Beiträge zur Morphologie, Biologie und Regeneration des Stephanoceros fimbriatus Goldfuß

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde einer
Hohen Philosophischen Fakultät
der Universität Marburg

vorgelegt von

Charlotte Jurczyk
aus Kolberg

Marburg 1927

Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H.
Leipzig 1927

Beiträge zur Morphologie, Biologie und Regeneration des Stephanoceros fimbriatus Goldfuß

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde einer
Hohen Philosophischen Fakultät
der Universität Marburg

vorgelegt von

Charlotte Jurczyk
aus Kolberg

Marburg 1927

Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H.
Leipzig 1927

Als Dissertation angenommen am 3. Juli 1926

Berichterstatter: Herr Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. E. Korschelt

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Juli 1926

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderabdruck aus
Z. f. wiss. Zool., Bd. 129 (1927)

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 104
Material und Methode 104
I. Beiträge zur Morphologie von *Stephanoceros fimbriatus* ♀ 105
1. Integument 105
2. Sinnesorgane und Nervensystem 109
3. Fangapparat und Verdauungstractus 111
4. Excretionssystem 115
5. Fortpflanzungsorgane 116
6. Muskulatur 117
7. Zur Frage der Zellkonstanz bei *Stephanoceros* 119
II. Beiträge zur Biologie von *Stephanoceros fimbriatus* 122
1. Vorkommen und Ernährung 122
2. Lebensdauer 123
3. Wachstum 125
4. Eibildung und -entwicklung 128
5. Das freischwimmende Junge und seine Umwandlung zur festsitzenden Form. 130
6. Zeitliche Verbreitung und Auftreten von Männchen 137
7. Parasiten 139
III. Regenerationsversuche 140
1. Regeneration bei *Stephanoceros* 140
a) Regeneration der Arme nach ihrer Amputation 140
b) Regeneration und Doppelbildung nach ihrer Verstümmelung durch *Proales decipiens* 143
c) Verhalten des Tieres während der Regeneration 146

2. Regenerationsversuche an andern festsitzenden Rotatorien (*Melicerta*, *Cephalosiphon*) 147
3. Beziehungen zwischen Regeneration und Zellkonstanz bei *Stephanoceros* 148
Zusammenfassung 148
Erklärung der Tafel II 150
Literaturverzeichnis 151

Einleitung.

Stephanoceros fimbriatus, die einzige Art der Gattung *Stephanoceros*, wurde 1761 von dem Pastor Eichhorn in Danzig entdeckt und 1775 abgebildet. Er nannte das Tier Kron-Polyp. Von Goldfuss (1820) wurde es als *Coronella fimbriata* zu den Polypen gestellt. Ehrenberg änderte 1832, den Entdecker ehrend, den Namen in *Stephanoceros Eichhorni*, weil der Name *Coronella*, der sowohl in der Zoologie als auch in der Botanik schon mehrmals Verwendung gefunden hatte (*Coronilla*, *Coronula*), zu Verwechslungen Anlaß geben könnte. Dieser Name wurde dann beibehalten. Nach den Regeln der Nomenklatur muß die Art jedoch, wie Montgomery (1903) zum erstenmal ausführte, *Stephanoceros fimbriatas* genannt werden. In seiner Morphologie der Flosculariden gibt Montgomery einen ausführlichen historischen Überblick über die Erforschung dieser Art, auf den ich hier verweisen möchte.

Material und Methode.

Das Material zu den vorliegenden Untersuchungen über *Stephanoceros fimbriatus* stammt zum größten Teil aus dem Teich des hiesigen botanischen Gartens, zum weitaus kleineren Teil aus einem großen Aquarium des zoologischen Instituts. *Floscularia* und *Melicerta* nahm ich aus demselben Teich, während *Cephalosiphon* aus dem Aquarium stammte. Wie die Tiere gehalten wurden, um Wachstum und Lebensdauer zu bestimmen, ist an späterer Stelle erläutert. Viele morphologische Beobachtungen sind am lebenden Tier gemacht. Ich deckte dabei kein Deckglas auf, da die Tiere sich dann leicht kontrahierten und auch oft geschädigt wurden. Dagegen vertrugen sie den Aufenthalt in einem flachen Wassertropfen gut, und es ist auch möglich, sie so mit stärkeren Vergrößerungen zu betrachten.

Mit Vitalfärbungen habe ich keinen großen Erfolg gehabt. Ich verwandte Methylenblau und Neutralrot. Auch wenn diese Farbstoffe in großer Verdünnung angewandt wurden, kontrahierten sich die Tiere stets sehr bald. Zuerst färbten sich die Arme und das retrocerebrale Organ, manchmal auch der Dotterstock und die Embryonen in der Schale. Wie gesagt ist aber das Tier während dieser Behandlung kontrahiert, und zwar besonders in der Halsregion, so daß sich diese Methode für die Untersuchung nicht eignet.

Zur Bestätigung der Beobachtungen am lebenden Objekt wurden Total- und Schnittpräparate hergestellt. Für die Untersuchung über den Aufbau des

Fußes eigneten sich am besten Totalpräparate, die mit Delafieldschem Hämatoxylin gefärbt waren. Bei dieser Färbung traten die Kerne am deutlichsten hervor. Die Tiere wurden vor dem Fixieren, zu dem für Totalpräparate Zenkersches Gemisch, für Schnittpräparate daneben auch Flemmingsches Gemisch verwandt wurde, mit Cocain betäubt, damit sie möglichst ausgestreckt blieben. Ich versuchte auch, die Tiere in Wärmestarre zu versetzen und übergoß sie dann mit der Fixierungsflüssigkeit. Auch damit erhielt ich einen Teil der Tiere schön ausgestreckt. Die Methode war folgende. Ein Petrischälchen, das nicht größer sein durfte als das Uhrschälchen, in dem die Tiere getötet werden sollten, wurde mit Wasser gefüllt auf dem Strecktisch bis auf etwa 70 bis 80° erhitzt. Dann wurde es unter die Lupe gebracht und das Uhrschälchen mit den Tieren daraufgestellt, so daß es mit seinem tiefsten Teil das Wasser berührte. Mit der Lupe wurde dann kontrolliert, wann die Tiere unempfindlich wurden. Die Fixierungsflüssigkeit wurde auf 60°, also auf etwa dieselbe Temperatur erhitzt, auf die sich das Wasser im Petrischälchen abgekühlt hatte. Bei der Erwärmung kontrahierten sich jedoch stets einige Tiere, etwa $^1/_3$ bis $^1/_2$ der vorhandenen Zahl, so daß ich später wieder Cocainbetäubung bevorzugte.

Die von Martini (1925) angegebene Methode der Kohlensäurebetäubung bei *Stephanoceros* anzuwenden, hat keinen Erfolg. Martini gibt an, daß festsitzende Rotatorien dabei ihr Gehäuse verlassen. Das trifft für *Stephanoceros* nicht zu. Dieses zieht sich im Gegenteil in seine Hülle zurück und bleibt, solange das Wasser zu viel Kohlensäure enthält, kontrahiert.

Die Schnittserien färbte ich mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain und, zur Untersuchung der Muskulatur, dreifach nach Mallory. Da die Hülle dem Eindringen der Fixierungsflüssigkeit einigen Widerstand zu bieten schien, wurde sie später, als die Untersuchungen über den Fuß beendet waren, vor dem Betäuben entfernt. Ich erhielt von solchen Tieren viel bessere Schnittbilder als von denen, die mit der Hülle konserviert waren.

I. Beiträge zur Morphologie von Stephanoceros fimbriatus ♀.

1. Integument.

Das erwachsene *Stephanoceros*-Weibchen (Taf. II, Abb. 1 und 2) besitzt, wie fast alle Flosculariden, eine Gallerthülle, die in der Jugend sehr durchsichtig ist, mit zunehmendem Alter besser sichtbar wird, weil Bacterien, Diatomeen und andere Algen an ihr haften bleiben. Körper und Fuß werden von ihr umhüllt, die Krone und ein Teil der Mundbucht ragen heraus. Ehrenberg (1838) zeichnet die Umrisse der Hülle glatt und gerade, wie die eines Rohres, doch schon Leydig (1855) berichtigt in Zeichnung und Beschreibung diesen Irrtum. Die Hülle (Taf. II, Abb. 1, 2 *Hl*) ist durch Querfurchen in verschiedene, ungleich große Ringe eingeteilt, so daß ihr Rand wellig erscheint. Dies hat seinen Grund teils in der Entstehung der Hülle, wie später genauer auseinandergesetzt werden soll, teils in den Bewegungen des Tieres, teils darin, daß das Tier meist nach der ventralen Seite mehr oder weniger gekrümmt ist.

Diese Haltung bewirkt ferner, daß die Öffnung der Hülle nicht immer direkt terminal, sondern manchmal mehr ventral liegt. Wie seit Leydigs (1855) Untersuchungen bekannt ist, ist die Hülle kompakt und folgt in ihren inneren Umrissen genau den Formen des Körpers. Doch ist die innere Begrenzung nicht genau fixiert, sondern ändert sich mit dem Kontraktionszustande des Tieres. Die äußere Membran scheint fester zu sein als die dem Körper zugekehrte, denn es kommt oft vor, daß ausschlüpfende Embryonen nicht auf normalem Wege an dem Muttertier entlang durch die vordere Öffnung die Hülle verlassen, sondern daß sie, scheinbar leicht, in das Innere der Hülle geraten, sich dort ohne allzu große Schwierigkeit bewegen, dann aber doch eine ziemlich lange Zeit gebrauchen, ehe sie die äußere Membran durchbohren können. Bei der Kontraktion wird der vordere Rand der Hülle ins Innere etwas hineingezogen, und die Öffnung der Hülle ist dann meist vollständig verschlossen.

Die Hülle ist eine Bildung der Hypodermis, da Hautdrüsen oder den Fußdrüsen der Ploimen analoge Organe bei allen Floscullariden fehlen. Über ihre Entwicklung liegen die genauesten Angaben bei P. M. de Beauchamp (1909) vor, dem ich mich bei der Schilderung des Vorganges anschließe. Außer ihm hat nur Gosse (1886) noch diesen Vorgang beschrieben, doch sind seine Angaben ziemlich ungenau.

Nach de Beauchamp und meinen eignen Untersuchungen geht die Bildung der Hülle folgendermaßen vor sich. Das Junge, das aus der Eischale befreit und aus der Hülle der Mutter geschlüpft ist (Fig. 12), weicht in seiner äußeren Gestalt stark von einem erwachsenen *Stephanoceros* ab. Es schwimmt zunächst frei umher. Die Zeit bis zu seiner Festheftung ist sehr verschieden. Ich habe, allerdings nur in seltenen Fällen, Festheftung schon nach 10 Minuten beobachtet. Meist jedoch schwärmt das Junge mehrere Stunden umher. Bei der Festsetzung werden Secretkugeln, die am Ende des Fußes liegen (Fig. 12 *s*), ausgestoßen und bilden die Kittsubstanz, die zu einer Haftscheibe erstarrt. Diese hatte bei den meisten untersuchten Exemplaren die Form einer konkaven Scheibe mit kugeligem Aufsatz, der in das Ende des Fußes hineinragt (Fig. 9 *h*).

Während de Beauchamp (1909) die weitere Bildung der Hülle so darstellt, daß sich nacheinander drei schnell verquellende Gallertringe bilden, von denen der erste nur den Fuß, der zweite schon den unteren Teil des Körpers einhüllt, habe ich bei keinem der untersuchten Tiere einen Ring, der nur den Fuß umgab, feststellen können. Immer waren die Tiere fast unmittelbar nach der Festheftung vollständig von einer feinen, schwer sichtbaren Hülle umgeben, aus der sie nicht hervorragten

(Fig. 13). Auch während der weiteren Entwicklung halten Wachstum des Tieres und Entwicklung der Hülle so gleichen Schritt, die Bildung der Hülle geht so kontinuierlich vor sich, daß stets Fuß und Körper bis zur Halsregion in der Hülle stecken. Dies wird dadurch erreicht, daß sich am vorderen Rande innen eine Falte bildet, die sich langsam vorschiebt (Fig. 1). Bilder, bei denen das junge Tier vollständig entwickelt ist, wenn die Gallerthülle nur den Fuß umhüllt (DE BEAUCHAMP [1909], S. 108, Fig. X *B*), sah ich bei normaler Entwicklung nicht. Ich fand sie allerdings auch, aber bei solchen Tieren, deren Haftscheibe vom Substrat losgelöst war, so daß die Tiere, die nun keinen Halt mehr hatten, allmählich aus der Hülle herausglitten. Doch sind solche Tiere stets daran zu erkennen, daß der Fuß nicht bis an das Ende der Gallerte reicht und kleine Teilchen des Substrats in sie hineingezogen hat.

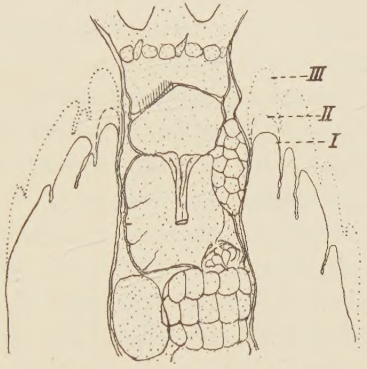

Fig. 1. Wachstum der Hülle.
I. Grenze der Hülle bei Beginn der Beobachtung.
II. » » » 1 Stunde später.
III. » » » 3 Stunden »
Vergr. etwa 50fach.

VALLENTIN (1890), MONTGOMERY (1903) und DE BEAUCHAMP (1909) halten die Gallerte für ein Secret der Fußhypodermis, und zwar der großen Zellen, die im Fuß der Larve liegen (Fig. 12). Dieser Ansicht kann ich mich anschließen. Genauer untersucht ist das Verhalten dieser Zellen während der Bildung der Hülle von DE BEAUCHAMP (1909). Sie unterscheiden sich, wie auch ich feststellen konnte, von den übrigen Hypodermiszellen durch ihre Größe. Nach der Bildung des dritten Gallertbechers soll nach DE BEAUCHAMP (1909) dieser secretorische Ring die größte Dicke verloren und wahrscheinlich seine secretorische Tätigkeit eingebüßt haben. Die Abnahme der Dicke kann meines Erachtens mehr auf das Längenwachstum des Tieres zurückzuführen sein.

Um festzustellen, ob und wann die secretorische Tätigkeit der Fußhypodermis erlischt, entfernte ich erwachsene Tiere aus der Hülle. Der Fuß wurde dicht oberhalb der Haftscheibe durchschnitten und das Tier vorsichtig aus der Hülle geschoben. Zunächst ist es stark kontrahiert, der Fuß dabei oft ventral an den Körper gelegt. Bald jedoch streckt es sich wieder aus. Nur der Fuß bleibt stets etwas zusammengezogen, wahrscheinlich, weil die Muskeln beschädigt sind. Die meisten Tiere

überstehen diese Operation gut, wenn nur der terminale Abschnitt des Fußes entfernt ist. Wird zuviel abgeschnitten, etwa $^4/_5$, dann geht das Tier ein. Die so behandelten Tiere hatten fast alle schon am Tage nach der Operation eine neue Hülle, die aber sehr fein war, und oft nur an ihren vorderen Umrissen erkannt werden konnte. In den nächsten Tagen wurde sie deutlicher, weil Algen oder Schmutzpartikel an ihr haften bleiben. Eine neue Haftscheibe jedoch wurde nicht gebildet.

Es folgt daraus, daß die Zellen des Fußes ihre Fähigkeit, Gallerte auszuscheiden, nicht schon, wie DE BEAUCHAMP es annimmt, in der frühen Jugend verlieren, sondern daß auch erwachsene, geschlechtsreife Tiere noch Gallerte secernieren können. Es scheint mir demnach das Wachstum der Hülle in einer Absonderung von Gallerte, verknüpft mit einem Verquellen dieser Substanz zu bestehen. Daß die Hülle durch Aufnahme von Wasser verquillt, und daß sie sehr reichlich Wasser enthält, ist aus ihrem Verhalten im Alkohol zu schließen. In den hochprozentigen Alkoholen kollabiert sie nämlich vollständig.

In Formol schwillt sie außerordentlich an. Ihre chemische Zusammensetzung ist unbekannt.

Die Hypodermis, die in ihrem größten Teil ein Syncytium ist, ist von MONTGOMERY (1903) und DE BEAUCHAMP (1909) beschrieben. Ihr eigentümlicher Bau an der Basis der Arme und im Fuß sollen in einem späteren Abschnitt behandelt werden. Betonen möchte ich, daß die Hypodermis der Arme keine Kerne enthält, weil diese Tatsache für die Beurteilung der Regeneration der Arme von Bedeutung ist.

Anschließend an das Körperepithel möchte ich ein Organ besprechen, das in enger topographischer Beziehung zu ihm steht, dessen Funktion jedoch bei allen Rotatorien noch unbekannt ist. Es ist das retrocerebrale Organ. Es ist bei *Stephanoceros* von LEYDIG (1855) zum erstenmal beschrieben worden. Dieser erkannte seine Bedeutung, doch glaubte er, eine Öffnung nach außen, wie sie etwa bei dem retrocerebralen Organ von *Euchlanis* vorhanden ist, auch bei *Stephanoceros* gesehen zu haben. HUDSON und GOSSE (1886) halten es seiner Lage wegen für das Gehirn. VALLENTIN (1890) hält es auf Grund seiner histologischen Untersuchungen für eine Verdauungsdrüse, die durch eine irrtümlich als Ausmündung angegebene Hypodermisleiste in die Mundbucht münden sollte. PLATE (1886), MONTGOMERY (1903) und DE BEAUCHAMP (1909) beschreiben es wieder als retrocerebrales Organ. PLATE bezeichnet es als »besonders differenziertes Polster der Hypodermis«, eine Ansicht, der ich mich anschließe, da das Organ gegen die Hypodermis keine besondere Grenze zu haben scheint. Er rechnet es zu den »Matrixverdickungen des Kopfes«.

Das retrocerebrale Organ erscheint bei *Stephanoceros* als herzförmiger Sack, der aus großen Blasen besteht (Taf. II, Abb. 2 *Ro*). Es liegt dorsal vom Vormagen und ist besonders gut bei seitlicher Ansicht zu sehen, weil es das dorsale Epithel ausbuchtet und in dieser Lage nicht von andern Organen verdeckt wird. Es findet sich in gleichem Maße bei jungen und alten Tieren ausgebildet und ist schon in der freischwimmenden Larve zu erkennen (Fig. 12 *r*). Montgomery (1903) hat besonders an seinem vorderen Rande Kerne gesehen; ob jede der Blasen eine Zelle darstellt, ist nicht entschieden. Ebenso beschreibt de Beauchamp (1909) es als von einer dünnen Protoplasmahaut mit wenigen eingelagerten Kernen umhüllt. Bei der Durchsicht meiner Totalpräparate kam ich zu demselben Ergebnis wie Leydig. Auch ich fand nur am hinteren Rande Protoplasma mit Kernen.

2. Sinnesorgane und Nervensystem.

Von Sinnesorganen sind von Hudson und Gosse (1886) die Augen und zwei Lateraltaster beschrieben, denen Montgomery (1903) noch den Dorsaltaster hinzufügt. In der Zahl dieser Sinnesorgane stimme ich mit Montgomery überein. Doch fand ich die drei Taster nicht an den Stellen, an denen Montgomery sie angibt; den dorsalen Taster nicht in der Mitte des retrocerebralen Organs (pl. XIX, fig. 9), sondern etwas darüber (Taf. II, Abb. 2 *Dt*); die beiden Lateraltaster nicht etwas unterhalb der großen Hypodermiszellen an der Basis der Arme, sondern seitlich am Grunde der Mundbucht (Taf. II, Abb. 1, *Lt*). In der Beschreibung der Taster stimme ich mit den genannten Autoren überein. Die Lateralantennen sind, wie Hudson und Gosse sie nennen, sehr kurze, borstentragende Verdickungen der Epidermis (»mere setigerous pimples«). Dasselbe gilt für den Dorsaltaster.

Versuche, die ich unternahm, um festzustellen, ob auch die Cilien der Arme vielleicht Sinnesborsten sein könnten, hatten negativen Erfolg. Wenn ich mit einer feinen Nadel leise die Cilien der Arme berührte, blieb das Tier ausgestreckt; kam ich aber mit der Nadel in die Region, wo die Antennen sitzen, dann kontrahierte es sich in den meisten Fällen sofort. In den Fällen, in denen es auch dann nicht reagierte, habe ich wahrscheinlich keinen der Taster getroffen. Es ist also der Bereich am Grunde der Mundbucht für leise Berührungsreize viel empfindlicher als die Arme.

Während über die Zahl der Augen und ihr Verhalten beim erwachsenen *Stephanoceros* bei den früheren Autoren verschiedenartige Angaben vorliegen, stimmen die Autoren in bezug auf die Lage dieser Organe überein. Die Augenflecke wurden stets in der Nähe des Gehirns

gefunden. Ferner geben die Autoren übereinstimmend an, daß beim jungen, freischwimmenden *Stephanoceros* zwei große rote Augenflecke zu erkennen sind.

Bei der Larve beobachtete auch ich stets zwei Augen, die, wie bekannt ist, am Vorderende oberhalb des Cilienkranzes liegen, und die, wie ich feststellen konnte, mit dem dort liegenden Gehirn durch Ausläufer desselben (Nerven?) in Verbindung stehen (Fig. 12 *au*). Nach der Festsetzung liegen diese Pigmentflecke zu beiden Seiten der Mundbucht etwa in mittlerer Höhe. Wie diese Verlagerung zustande kommt, soll an späterer Stelle erörtert werden. Sie rücken dann, infolge aktiver Wanderung oder passiver Verlagerung wegen des Wachstums des Tieres, in kurzer Zeit an den Seiten der Mundbucht tiefer, bis sie einige Zeit nach vollendeter Umwandlung der Larve etwa in Höhe der oberen Hirngrenze liegen. Bei der Untersuchung erwachsener Tiere kam ich zu denselben Ergebnissen wie Leydig (1855). »Die Augen zeigen inkonstantes Vorkommen.« Ich beobachtete nun eine Anzahl jüngerer Tiere, die noch beide Augen besaßen, während längerer Zeit und stellte folgendes fest: Meist werden beide Augen rückgebildet, können aber recht lange erhalten bleiben; oft zeigt dabei ein Auge stärkere Spuren der Degeneration. Oft betrifft die Rückbildung nur ein Auge, und zwar schwindet das linke Auge in ungefähr der gleichen Zahl der Fälle wie das rechte. Es herrscht also bei der Rückbildung kein bestimmtes Gesetz.

Der Zeitpunkt, an dem die Degeneration beginnt, ist verschieden. Oft beginnt sie bald nach der Festsetzung. So fand ich bei einigen Tieren schon am ersten Tage danach das eine Auge schwächer als das andere.

Die Rückbildung besteht meiner Ansicht nach in einer Verlagerung des Auges in die Tiefe, in Verfärbung und Zerfall des Pigments in mehrere Brocken. Während der Augenfleck bei der Larve leuchtend rot, groß und rund ist, nimmt das Pigment beim erwachsenen *Stephanoceros* an Größe ab, wird entweder schwärzlich oder erscheint als hellrotes Bläschen, an dessen Rande dunklere Pigmentbrocken liegen. In seltenen Fällen fand ich das auch von Leydig (1855) als selten angegebene große farblose Bläschen, in dem der rote Augenfleck lag.

Das Gehirn (Taf. II, Abb. 2 *Gh*) ist zum erstenmal von Hudson und Gosse (1886) beschrieben, aber nicht als solches erkannt worden. Er beschreibt einen unter dem retrocerebralen Organ, das er für das Gehirn hält, liegenden, »three-lobed, granular, semi-opaque body«, ohne diesen als das Gehirn zu erkennen. Erst Montgomery (1903) erkannte diesen grauen körneligen dreieckigen Körper als das Gehirn, von dem er fünf Paare von Nerven und einen unpaaren Nerv hat ausgehen sehen.

Auf einem Frontalschnitt (Fig. 5) erscheint das Gehirn als Dreieck, dessen längste Seite, wie es auch im Leben zu erkennen ist, nach vorne gekehrt ist. Zellgrenzen ließen sich nicht feststellen, und das Gehirn ist demnach, wie viele Organe von *Stephanoceros*, ein Syncytium. Die zahlreichen Kerne, die klein und chromatinreich sind, liegen am Rande. Der Raum in der Mitte wird von einer körneligen Masse eingenommen. Fibrilläre Struktur zeigte diese nicht. Vom vorderen breiten Rande gehen vier protoplasmatische Fortsätze, wahrscheinlich Nerven, aus. Von den seitlichen Ecken des Dreiecks geht je ein Nerv an den Seiten nach hinten. Von der dritten, nach hinten gerichteten Ecke gehen zwei schwach gefärbte, kurze Fortsätze aus, die vielleicht auch Nerven darstellen.

3. Fangapparat und Verdauungstractus.

Der Räderapparat von *Stephanoceros* unterscheidet sich, wie der fast aller festsitzenden Rotatorien, auffallend von dem der freilebenden. Diese Abweichung und die Kompliziertheit des Baues ist bedingt durch dies itzende Lebensweise und die dadurch abgeänderte Nahrungsaufnahme. Während bei den freilebenden Rotatorien die Cilien des Räderapparates dauernd in Bewegung sind, um Nahrung herbeizustrudeln, sind die Cilien bei *Stephanoceros*, das wie alle Floscularüden, kein Detritusfresser ist, starr, und müssen deshalb zu einem komplizierten Fangapparat angeordnet sein, damit die einmal hineingeratene Beute nicht wieder entweichen kann. Bei *Stephanoceros* ist dies nun in hervorragender Weise gewährleistet. In bezug auf die Anordnung der Cilien, die aus Taf. II, Abb. 1 und 2 hervorgeht, verweise ich auf die Arbeiten von de Beauchamp (1909) und v. Ubisch (1926), deren Untersuchungen ich nur das hinzuzufügen habe, daß die Cilienreihen in konstanter Zahl vorhanden sind, und zwar zählte ich an jedem Arm 19 Paare von solchen Cilienreihen außer den drei Büscheln, die an der Basis zwischen zwei Armen sitzen. Ehrenberg (1838) sah 15 »Wirbel von Wimpern an jedem Arm«. Er hat wahrscheinlich nicht normale Tiere vor sich gehabt, deren Arme verstümmelt waren. Junge Tiere können es nicht gewesen sein, denn auch diese besitzen, sobald die Arme ausgestülpt worden sind, 19 Paare solcher Reihen an jedem Arm, die zwar dichter stehen und noch nicht so deutlich ausgebildet sind wie bei erwachsenen *Stephanoceros*, die aber doch genau als 19 voneinander getrennte Reihen zu erkennen sind.

Auf den Fangapparat folgt der Trichter oder die Mundbucht, der unterhalb der Arme gelegene, gegen den eigentlichen Verdauungstractus deutlich abgesetzte Hohlraum (Taf. II, Abb. 1, 2). An seinem oberen

Rande besitzt er einen Ring von Cilien, die nach unten, in sein Lumen, gerichtet sind. Er ist dadurch ausgezeichnet, daß er verschiedene Leisten und Falten enthält, die für die Nahrungsaufnahme von Bedeutung sind, und die von der Hypodermis durch die Leibeshöhle getrennt sind.

Fig. 2. Längsschnitt durch den vorderen Teil des Vormagens. Oesophagealtubus getroffen. *e*, Epithel des Körpers; *m*, Muskelfibrillen des Tubus; *v*, Vormagen. Vergr. etwa 600 fach.

Die von DE BEAUCHAMP (1909) beschriebene Anordnung dieser Leisten konnte auch ich feststellen. Sie wird aus Abb. 1 und 2 kenntlich. Ihre Bedeutung für die Nahrungsaufnahme besteht darin, daß sie durch Kontraktionen das Beutetier an der Flucht hindern.

Der Trichter führt in den Vormagen (Proventriculus, Kropf), mit dem der eigentliche Verdauungstractus (Vormagen, Magen und Enddarm) beginnt. Die Morphologie dieses Systems ist durch die Untersuchungen von MONTGOMERY (1903) und DE BEAUCHAMP (1909) klargelegt.

Bei der histologischen Untersuchung ergab sich, daß Oesophagealtubus und Vormagen, wie aus ihren Leistungen zu erschließen ist, eine

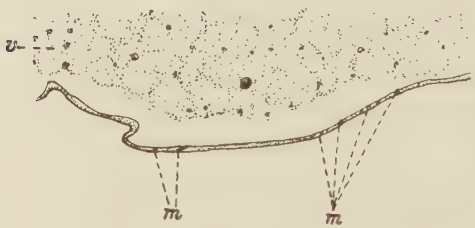

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 3. Querschnitt durch die Vormagenwand. *m*, Muskelfibrillen der Vormagenwand; *v*, Inhalt des Vormagens. Vergr. etwa 600 fach.

Fig. 4. Schnitt durch den Kauapparat. Vergr. etwa 600 fach.

gut ausgebildete, eigene Muskulatur besitzen. Die Wand des Oesophagealtubus ist, wie Fig. 2 zeigt, von einem Netz von Muskelfibrillen überzogen. Die Muskulatur des Vormagens, die MONTGOMERY und DE BEAUCHAMP ebenfalls nur aus seinen Bewegungen erschlossen, besteht,

wie Fig. 3 zeigt, aus feinen Fibrillen, die auf der Innenseite der Wand verlaufen. Sie sind von verschiedener Stärke. Das läßt darauf schließen, daß die stärkeren Fibrillen sich aufspalten und schwächere Äste abgeben, wodurch wahrscheinlich eine netzförmige Anordnung zustande kommen wird.

Der am Grunde des Vormagens, der erweiterten Mastaxtasche, liegende, uncinate Kauapparat ist in eine hell und homogen erscheinende Plasmamasse eingebettet, so daß man auf Schnitten Bilder erhält, wie eins in Fig. 4 dargestellt ist. Der Kauapparat ist umgeben von einigen Zellen mit großen Kernen, die mehrere Nucleoli enthalten. Da diese Kerne denen der großen Längsmuskeln sehr ähnlich sehen, könnten diese Zellen zur Muskulatur des Kauapparates gehören. Vielleicht sind sie auch bei der Bildung der Kiefer beteiligt gewesen.

Welches die Aufgabe des Kauapparates ist, und ob er überhaupt für die Zerkleinerung der Nahrung in Betracht kommt, ist schwer zu entscheiden. DE BEAUCHAMP (1919) sieht seinen Zweck lediglich im Zerkleinern der Nahrung und beschreibt, daß die Unci große Stücke ergreifen, die sie »zerbrechen und in den Oesophagus zu ziehen suchen«.

Mit der Nahrungsaufnahme hat der Kauapparat im Gegensatz zu jenen freilebenden Rotatorien, die ihn ausstülpen können, nichts zu tun. Zum Zerkleinern der Beute scheint er nach meinen Beobachtungen nicht fest genug zu sein. Ich beobachtete, wie die Unci an einer Flagellatencyste »kauten«. Sie glitten jedoch immer wieder ab und beschädigten die Cyste durchaus nicht. Außerdem beobachtete

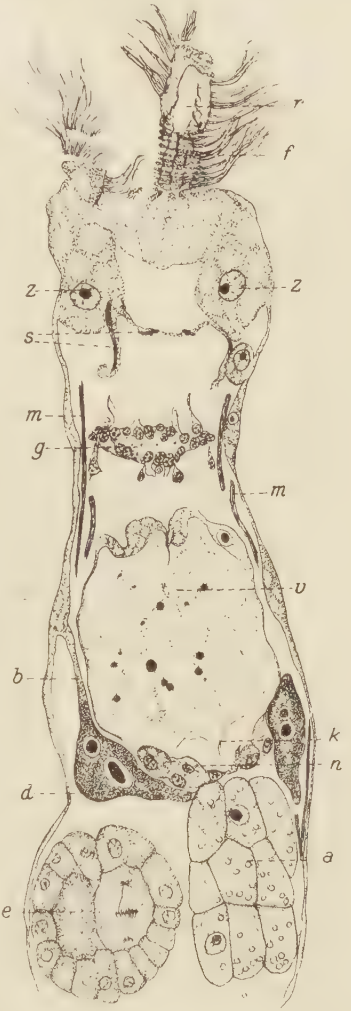

Fig. 5. Frontalschnitt durch den Körper von *Stephanoceros* ♀. a) Magen. b) Aufhängeband der Verdauungsdrüse (*d*). *c*, Furchungsstadium; *f*, Muskelfibrillen; *g*, Gehirn; *k*, Kauapparat; *m*, Längsmuskeln; *n*, zum Kauapparat gehörige Zellen; *r*, Arm; *s*, Stück des 1. Sphincters; *v*, Vormagen; *z*, Matrixzelle des Cingulums. Vergr. etwa 300 fach.

ich solch richtiges »Kauen« sehr selten. Meist gerät keins der Beutetiere zwischen die Unci, wenn auch noch so viele im Vormagen sind. Der Kauapparat hat auch keinen wesentlichen Anteil an der Untermischung der Nahrung, wie man vielleicht annehmen könnte. Sie wird vielmehr, wie schon erwähnt, durch die Kontraktionen der Proventriculuswände verursacht.

Als eigentliche Funktion des Kauapparats erscheint mir die, erstens einen reusenähnlichen Verschluß gegen den Magen zu bilden, mit dem Zweck, nur schon zerkleinerte Nahrung hindurchzulassen; und zweitens, den Nahrungsbrei in den Magen zu stampfen.

Als Unterstützung für meine Ansicht möchte ich die Beobachtungen anführen, die NAUMANN (1923) über die Tätigkeit des Kauapparats bei andern Rotatorien machte. Er sagt: »Die stets lebhafte Kautätigkeit bei *Asplanchna*

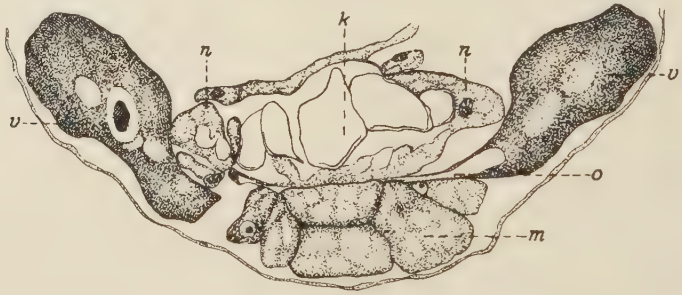

Fig. 6. Einmündung der Verdauungsdrüsen. *k*, Kauapparat; *m*, Magen; *n*, Zellen des Kauapparates; *o*, Mündung der Verdauungsdrüse *v*. Vergr. etwa 600 fach.

führt kein nennenswertes Zerkleinern der Nahrung herbei; die Kautätigkeit bei *Conochilus* läßt die kleineren Algen sichtlich vollständig intakt passieren; die Kautätigkeit bei andern Arten (*Anurea*, *Notholca*, *Polyarthra*, *Synchaeta*, *Triarthra*), wo Algen aufgenommen werden, läßt dieselben jedenfalls zu großem Teile sichtlich vollständig intakt passieren.«

Am Übergang zwischen Oesophagus und Magen liegen zwei Verdauungsdrüsen. Sie sind von LEYDIG (1855) zuerst beschrieben, von VALLENTIN (1890) übersehen worden. MONTGOMERY (1903) und DE BEAUCHAMP (1909) erwähnen sie nur kurz. Am lebenden Tier sind sie bei dorsaler Ansicht gut zu erkennen und erscheinen durchsichtig und homogen (Taf. II, Abb. 1). Sie enthalten drei bis fünf Kerne, die oft ungleich groß und verschieden geformt sind, und die durch ihren großen Nucleolus auffallen. Sie reichen mit ihrem vorderen Ende, wie Fig. 5 zeigt, bis etwa in die halbe Höhe des Vormagens und sind dort an der Hypodermis befestigt. Ihre Mündung in den Magen ist auf Schnittserien nur selten anzutreffen. Das hat seinen Grund vielleicht darin,

daß in den Verdauungsdrüsen der Rotatorien, wie Plate (1886) annimmt, »eine Öffnung, die dauernd klafft, nicht vorhanden ist«. Er vermutet, daß ihr Secret »durch einen Spalt gepreßt wird, dessen Ränder sich gleich nach dem Austritt wieder schließen«. Bei *Stephanoceros* liegt die Mündung dieser Drüsen in den Magen am vorderen Ende desselben (Fig. 6). Ihr Secret gelangt infolgedessen leicht in den Vormagen, und die Verdauung beginnt in der Tat schon dort, denn in der Regel werden Beutetiere, falls sie keine Schale besitzen, im Vormagen sofort aufgelöst.

4. Excretionssystem.

Das Excretionssystem ist am lebenden, ausgestreckten Tier gut zu erkennen (Taf. II, Abb. 1, *Pr*), und es ist auch von fast allen Autoren, die sich mit der Morphologie von *Stephanoceros* beschäftigten, beschrieben worden. Ehrenberg (1838) hat nur die Wimperflammen in der Trichterregion gesehen, die er »zitternde Kiemen« nennt, und von denen er sechs gesehen hat, die alle in einer Horizontalebene liegen sollen. Leydig (1855), Hudson und Gosse (1886) und Montgomery (1903) stimmen in der Beschreibung des Systems im wesentlichen überein.

Übersichtlich ist die Darstellung von Montgomery, so daß meine Beschreibung nichts neues geben würde. Die Darstellung des Systems in Taf. II, Abb. 1 und 2 stimmt mit der von Montgomery überein. Die Kanälchen und Wimperflammen in der Leibeshöhle der Mundbucht sind besonders dann gut zu sehen, wenn bei der Nahrungsaufnahme die inneren Leisten des Trichters einander genähert werden, während die Lage des Excretionssystems nicht verändert wird.

Die Entleerung der kontraktilen Blase findet, wie ich beobachtete, nicht in regelmäßigen Intervallen statt. Es hat oft den Anschein, als ob die Blase durch die Bewegungen des Enddarms zusammengepreßt und entleert würde.

Zum Excretionssystem sind, wie schon Leydig (1855) und de Beaucamp (1909) erwähnen, die zwei großen schwarzen Flecke zu beiden Seiten des Vormagens zu rechnen, die aus einer Menge von verschieden großen Tröpfchen bestehen und dicht unter der Epidermis in der Leibeshöhle liegen. Diese Excrettröpfchen werden im Laufe des Lebens an dieser Stelle gespeichert, wie ja auch bei andern Rotatorien (vgl. Coris [1925] Untersuchungen über *Apsilus vorax*) außer den Protonephridien noch eine zweite Excretionseinrichtung (Excretspeicherung) vorkommt.

Wie zu erwarten, sind diese Bildungen in einem jungen Tier gleich nach der Festsetzung noch nicht zu finden. Die ersten dieser Tröpfchen konnte ich am ersten oder zweiten Tage danach feststellen.

5. Fortpflanzungsorgane.

Eine ausgezeichnete Beschreibung und Abbildung der Fortpflanzungsorgane von *Stephanoceros*, die sich von denen andrer Rotatorien nicht wesentlich unterscheiden, gibt Leydig (1855), nur sieht er den Dotterstock als Keimstock an, wie es damals die allgemein übliche Auffassung war. Erst durch Plate (1886) ist diese irrige Ansicht über das »Ovar« der Rädertiere berichtigt worden. In bezug auf die morphologische Schilderung des Keimdotterstockes bei *Stephanoceros* verweise ich auf die Untersuchungen von Montgomery (1903), mit dem ich nur in einem Punkt nicht übereinstimme: in der Kernzahl des Dotterstockes. Montgomery gibt 13 Kerne an, bei meinen Zählungen ergab sich, daß die Zahl der Kerne zwischen 12 und 17 (und mehr) schwankt. Dieses

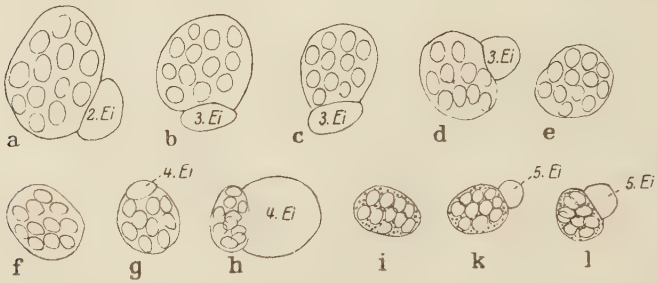

Fig. 7. Größenabnahme des Dotterstocks. a) Dotterstock bei Beginn der Beobachtung. b—l) Dotterstock in den folgenden 10 Tagen. Vergr. etwa 200 fach.

Schwanken der Kernzahl ist verwunderlich, weil bei Rotatorien sonst gerade der Dotterstock konstantkernig ist (Kernzahl bei *Hydatina* und *Asplanchna priodonta* 8).

Der Dotterstock liefert dem wachsenden Ei das Nährmaterial. Es wächst bei *Stephanoceros*, wie auch bei den übrigen Rotatorien, jeweils nur ein Ei heran und bleibt bis zum Ende seines Wachstums mit dem Dotterstock in Verbindung. Das Ei sieht dann bräunlich aus und sein Plasma erscheint wegen des eingelagerten Dotters grobkörnig. Hat es sich vom Dotterstock gelöst und liegt frei im unteren Teile des Uterus, dann bildet sich gewöhnlich das nächste Ei. Im Verlaufe der Furchung werden die Eier immer heller, so daß der Embryo an seiner grau-weißlichen Farbe zu erkennen ist. Die Furchung und Embryonalentwicklung geht im Körper der Mutter vor sich, und da sie längere Zeit in Anspruch nimmt, findet man oft mehrere Eier bzw. Embryonen auf verschiedenen Stufen der Entwicklung im Ausführgang des Geschlechtsapparats.

Während der Eibildung nimmt der Dotterstock allmählich an Größe ab. Fig. 7 zeigt diese Größenabnahme während der Dauer des Lebens bei einem Tier, das, als es gefunden wurde, das zweite Ei ausbildete. Während der Dotterstock bei Beginn der Beobachtung (Fig. 7*a*) eine recht ansehnliche Größe hat, nimmt er während der Bildung des dritten Eies auf etwa die Hälfte ab. Nachdem das vierte Ei herangewachsen ist, beginnen als Zeichen der Altersdegeneration rotbraune Fettkügelchen aufzutreten. Trotzdem beginnt ein fünftes Ei sich zu bilden, doch ging das Tier zwei Tage darauf ein. Der Dotterstock war auf etwa $^1/_3$ seiner ursprünglichen Größe zusammengeschmolzen. Gewöhnlich geht die Größenabnahme und Degeneration des Dotterstockes bei Tieren, die im Uhrschälchen gehalten werden, schneller vor sich, und der Dotterstock ist schon nach der Ausbildung des zweiten bzw. dritten Eies so klein geworden wie in Fig. 7*i*.

6. Muskulatur.

Seit Zelinka (1886) teilt man die Muskulatur der Rädertiere in Hautmuskeln und Leibeshöhlenmuskeln ein, eine Einteilung, die von den späteren Autoren beibehalten ist. Martini (1912) verwirft diese Einteilung, weil sich derselbe Muskel eine Zeitlang als Hautmuskel, später als Leibeshöhlenmuskel verhalten kann, wie sich bei seinen Untersuchungen über die Muskulatur von *Hydatina senta* ergab. Er teilt die Muskulatur ein in Eingeweide- und Skeletmuskulatur und rechnet die Muskeln, die in der Leibeshöhle verlaufen, zur Skeletmuskulatur.

Bei *Stephanoceros* sind Hautmuskeln, Eingeweide- und Leibeshöhlenmuskeln zu unterscheiden. Von Hautmuskeln geben Leydig (1855) und Montgomery (1903) feine Circulärmuskeln in Fuß und Körper an. Ich sah in der Region des Trichters in seitlicher Ansicht vier bis fünf feine, schmale Fibrillen, die der Haut dicht anliegen und längs vom Körper zur Krone verlaufen. Zur Hautmuskulatur sind ferner die beiden auch von Montgomery (1903) angegebenen großen Sphincter zu rechnen, die in verschiedener Höhe um die Mundbucht verlaufen, und die sich beide bei der Nahrungsaufnahme beteiligen. Der oberste (Taf. II, Abb. 1 S_1) liegt etwas unterhalb der Basis der Arme, wo die 13 großen Hypodermiszellen liegen. Er tritt bei der Nahrungsaufnahme nur dann in Aktion, wenn das Beutetier sehr groß ist. Seine Hauptaufgabe ist, bei der Kontraktion des Tieres die Basis der Arme zusammenzuziehen. Der 2. Sphincter liegt tiefer (Taf. II, Abb. 1 S_2), etwa in der Höhe, wo auf den beiden schrägen Leisten die starren Cilienbüschel sitzen. Er kontrahiert sich, sobald das Beutetier in den unteren Teil vor die Öffnung des Oesophagealtubus gelangt ist, und versperrt ihm somit den Rückweg.

Dann gehören zur Hautmuskulatur die Muskelfibrillen der Arme, die der Innenseite des Protoplasmaschlauches aufliegen und die Kontraktionen der Arme bewirken (Fig. 5 *f*). Sie sind von DE BEAUCHAMP (1909) beschrieben und abgebildet worden.

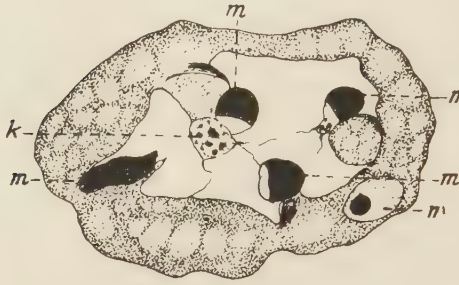

Fig. 8. Querschnitt durch den Fuß. *m*, Längsmuskeln; *k*, Kern derselben; *n*, Kern der Hypodermis. Vergr. etwa 600 fach.

Die Eingeweidemuskulatur ist bei der Besprechung der einzelnen Organe behandeltworden. Ich stelle die Ergebnisse hier noch einmal kurz zusammen. Der Oesophagealtubus besitzt ein Netz feiner Muskelfibrillen. Auf der Innenseite der Vormagenwand verlaufen verschieden starke Muskelfasern, die wahrscheinlich netzförmig angeordnet sind. Feine Stränge, die vom Keimdotterstock zur Körperwand ziehen, scheinen Muskeln darzustellen. Die Muskeln der übrigen Eingeweide, die Sphincter des Enddarms und der Blase, sind bisher nur aus den Bewegungen dieser Organe erschlossen.

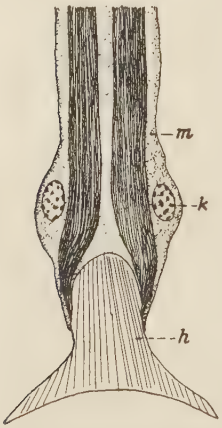

Fig. 9. Optischer Längsschnitt durch das Fußende *h*, Haftscheibe; *m*, Längsmuskeln; *k*, Kern der Hypodermis. Vergr. etwa 1500 fach.

Am auffallendsten sind die großen Retractoren, die vom Ende des Fußes bis zur Basis der Arme durch die Leibsehöhle ziehen (Taf. II, Abb. 1, 2). Sie sind von allen früheren Autoren beschrieben worden, doch herrschen verschiedene Ansichten über ihre Zahl. (LEYDIG 1855) sah vier Paare, HUDSON (1886) sechs, VALLENTIN (1870) vier, MONTGOMERY (1903) fünf Paare von Längsmuskeln im Körper verlaufen. Über die Anzahl der Muskeln geben allein Schnittserien sichere Auskunft. VALLENTIN ist der einzige, der Querschnitte untersucht hat. Er fand auf diesen vier Paare von Muskeln. Ich bin bei der Untersuchung meiner Schnitte zu demselben Ergebnis gekommen, doch hatte ich etwas andre histologische Bilder als VALLENTIN. Dieser zeichnet die Muskeln im Fuß der Cuticula dicht anliegend und voneinander durch vier Zellen der Fußhypodermis getrennt. Auf meinen Schnitten (Fig. 8) sind diese nicht regelmäßig zu vieren angeordnet, wie sich auch bei der Untersuchung von Totalpräparaten

ergibt. Außerdem liegen die Muskeln mehr im Innern. Sie beginnen am distalen Ende des Fußes, wo sie der Haftscheibe anliegen (Fig. 9). Zunächst liegen sie der Hypodermis dicht an, verlaufen dann aber im vorderen Teil des Fußes frei in der Leibeshöhle. Am Eintritt in den Körper gabeln sie sich, wie es von den genannten Autoren beschrieben ist. Im Körper verlaufen sie selbständig, doch liegen sie auch hier in der Nähe des Epithels. Je zwei Muskeln liegen etwas dichter zusammen, wahrscheinlich sind es die zwei, die durch Gabelung aus einem Fußmuskel entstanden sind. In der Halsregion ziehen sie zwischen der Hypodermis und den Leisten in der Leibeshöhle entlang. Kurz vor der Basis der Arme gabeln sie sich noch ein zweites Mal und schicken Fortsätze zur Basis der Krone, wie es auf Taf. II, Abb. 1 und 2 angedeutet ist. Nur die beiden lateralen Muskeln gehen ungeteilt weiter.

Wie Montgomery (1903) angibt, enthalten die Längsmuskeln nur im Fuß Kerne. Diese sind, wie meine Untersuchungen ergaben, klein, meist langgestreckt und enthalten viele Nucleolen (Fig. 8 *k*), wodurch sie sich von den Kernen der Fußhypodermis und denen der meisten andern Organe auffällig unterscheiden. Die Muskeln zeigen, wie ich in Übereinstimmung mit den früheren Autoren feststellte, keine Querstreifung.

7. Zur Frage der Zellkonstanz bei Stephanoceros.

Bei der Betrachtung der Hypodermis des Fußes beim erwachsenen *Stephanoceros*-Weibchen ergab sich eine gewisse Regelmäßigkeit in der Anordnung der Kerne. Eine genauere Untersuchung führte zu dem Ergebnis, daß im Fuß von *Stephanoceros*, wenigstens was die Hypodermiskerne anbetrifft, Zellkonstanz bzw. Kernkonstanz herrscht. Es eignen sich zu dieser Untersuchung Totalpräparate besser als Schnitte, weil die Kerne zum Teil in beträchtlichen Abständen voneinander liegen und der Fuß außerdem sehr schmal ist. Es konnte festgestellt werden, daß in der Hypodermis 26 Kerne vorhanden sind. Ich zählte allerdings einmal 25 und ein andermal 27 Kerne, doch sprechen diese zwei Ausnahmen bei etwa 15 untersuchten Tieren meines Erachtens nicht gegen die Zellkonstanz der Fußhypodermis.

Das Epithel des Fußes, in dem in seinem größten Teil die Zellgrenzen geschwunden sind, ist folgendermaßen aufgebaut (Fig. 10). Am distalen Ende liegen etwas oberhalb der Haftscheibe in einer Anschwellung des Protoplasmas vier kleine Kerne (Fig. 9 und 10). Ihr Chromatin ist über den ganzen Kern verteilt, so daß sie den Kernen der großen Längsmuskeln sehr ähnlich sehen. Ich hielt sie deshalb anfangs für Muskelkerne, doch bin ich nicht sicher, ob sie es wirklich sind, da sie, wie Fig. 9

zeigt, den Muskeln nicht anliegen, sondern durch eine Protoplasmaschicht von ihnen getrennt sind. Es folgt dann eine Region mit dünnen Plasmawänden. Sie enthält fünf Paare von Kernen, die in größeren Abständen voneinander angeordnet sind (Fig. 10, 5—14). Die Kerne eines Paares liegen nicht immer in einer Höhe. In dem letzten Teil des Fußes, der sich erweitert und in den Körper übergeht, liegen die Kerne gedrängter, und ihre Lage ist nicht in allen untersuchten Präparaten die gleiche gewesen. Das liegt wohl zum größten Teile an dem verschiedenen Kontraktionszustande der Tiere. In dieser Region sind Zellgrenzen, wenn auch schwach, zu erkennen. Die Kerne zeigen hier, wenn auch nur in günstigem Kontraktionszustande, ebenfalls eine paarweise Anordnung. Ihre Lage im einzelnen ist aus Fig. 10 zu ersehen. Die Kerne sind, besonders im verbreiterten Teil des Fußes sehr groß und enthalten einen excentrisch gelegenen Nucleolus. Im distalen Abschnitt werden sie kleiner, die Form des Nucleolus ist dort nicht so konstant. Sie buchten den schmalen Protoplasmasaum meist etwas nach dem Lumen hin aus.

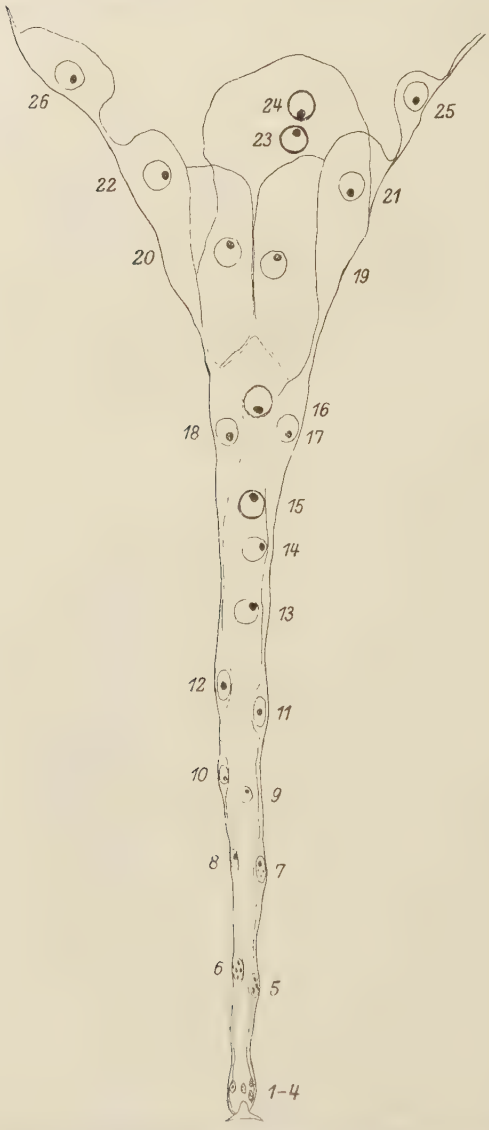

Fig. 10. Schematische Darstellung der Kernverhältnisse der Fußhypodermis. Vergr. etwa 300fach.

In der Mitte des Fußes verlaufen die großen Längsmuskeln. Sie enthalten, wie oben erwähnt, nur hier ihre Kerne. Diese weichen in

ihrer Struktur erheblich von denen der Hypodermis ab. Sie sind sehr viel kleiner und besitzen, wie ich schon mehrmals hervorhob, eine größere Anzahl von Nucleolen. Während ein Hypodermiskern aus dem oberen Drittel durchschnittlich 7,0 μ breit und 8,0 μ lang ist, hat ein Muskelkern eine Breite von 2,0 μ und eine Länge von 4,5 μ. Eine Konstanz dieser Kerne der Zahl nach ergab sich nicht, auch ist ihre Anordnung in den verschiedenen Präparaten verschieden gewesen. Im terminalen Drittel sind keine Muskelkerne enthalten. Die ersten liegen gewöhnlich etwas unterhalb des dritten Kernpaares der Hypodermis. In der Nähe des fünften Paares fand sich bei den meisten untersuchten Tieren ein größerer Haufe dicht zusammenliegender Muskelkerne. Es ist möglich, daß sie durch Kontraktion der Muskeln in diese gedrängte Lage gekommen sind, denn bei gut ausgestreckt erhaltenen Tieren findet man sie an der entsprechenden Stelle nur perlschnurartig aneinander gereiht. Im sich erweiternden proximalen Fußabschnitt liegen die Muskelkerne dann wieder einzeln, manchmal symmetrisch, meist unregelmäßig.

Es wäre interessant, festzustellen, an welchem Zeitpunkt die Kernzahl 26 der Fußhypodermis erreicht wird. In dem jungen Tier gleich nach der Festsetzung ist diese Zahl schon anzutreffen, und es scheint, als ob auch in der freischwimmenden »Larve« alle diese Kerne vorhanden sind. Ganz sicher konnte ich ihre Zahl nicht feststellen, da der Fuß sehr kurz ist, die Kerne also dicht neben- und übereinander liegen. Ich zählte etwa 20 Kerne, und es ist sehr wahrscheinlich, daß ich die übrigen übersehen habe.

Ferner kommt Zellkonstanz auch noch in einem andern Teil der Hypodermis vor: an der Basis der Arme. DE BEAUCHAMP (1909) machte darauf aufmerksam, daß die Matrixzellen des Cingulums in der Zahl 13 vorkommen, von denen die meisten einkernig sind, einige an den Seiten zwei Kerne und die große dorsale fünf Kerne enthält (Taf. II, Abb. 1 *Ma*). Diese konstante Zahl 13 ist besonders auffällig, weil nach MARTINIS (1912) Untersuchungen auch *Hydatina senta* 13 Cingulumzellen besitzt. Es sind also bei gleicher Kernzahl zwei ganz verschieden gestaltete Räderapparate gebildet worden, und diese Tatsache wäre ein Beweis dafür, daß nicht einmal »Zellkonstanz über die Artgrenze hinaus« Formerstarrung zu bedeuten braucht. v. UBISCH (1926) hat festgestellt, daß diese 13 Matrixzellen schon im freischwimmenden Jungen zu finden sind. Es gilt auch für diesen Teil der Hypodermis, daß ihre definitive Zell- bzw. Kernzahl schon relativ früh erreicht wird.

Bei der Untersuchung der andern Organe hat sich keine Konstanz der histologischen Elemente ergeben. So schwankt beim Dotterstock

die Zahl der Kerne von 12 bis 17 (und mehr). Auch die Verdauungsdrüsen zeigen keine konstante Kernzahl. Es findet sich nicht einmal Übereinstimmung zwischen den zwei Drüsen eines Tieres. Die Kernzahl kann 4 bis 7 betragen.

II. Beiträge zur Biologie von Stephanoceros fimbriatus.

1. Vorkommen und Ernährung.

Eichhorn, der Entdecker von *Stephanoceros*, fand es in Altwässern der Weichsel, Hudson und Gosse fanden es »in klaren Teichen und sogar in Sumpftümpeln an *Sphagnum*«. Beide geben also als Fundort stehendes Wasser an. Dieffenbach und Sachse geben in Brauers Süßwasserfauna (1912) an, daß *Stephanoceros* auch in Flüssen anzutreffen sei. Ich habe in der Literatur keine diesbezüglichen Angaben gefunden. Auch ich nahm das Material zu den vorliegenden Untersuchungen aus einem stehenden Gewässer, dem ruhigen, kleinen Teich des botanischen Gartens.

Im Frühjahr, wenn die grünen Wasserpflanzen noch nicht hervorgekommen sind, fand ich *Stephanoceros* an den kleinen Würzelchen von *Iris*, *Calamus* u. a. Sobald jedoch *Lemna*, vor allem *L. trisulca* auftritt, sind sie in viel größeren Mengen an dieser Pflanze anzutreffen. Sie benutzen dann während des Sommers als Substrat *Myriophyllum*, *Lemna minor*, *Riccia*; sie sitzen, wenn auch selten an Froschbiß, Ehrenberg fand sie sogar an den Stengeln der Wasserrose. In den Algenwatten (*Oedogonium*) sind sie nicht zu finden. Das ist erklärlich, da sie in dem dichten Gewirr der Fäden in der Ausbreitung ihrer Krone gehindert würden. In einem großen Aquarium des zoologischen Instituts saßen sie eine Zeitlang in sehr großer Anzahl an *Elodea*. *Lemna trisulca* ziehen sie allen anderen Pflanzen vor, d. h. sie sind an dieser in größten Mengen gefunden worden. Von *Myriophyllum* bevorzugen sie die Arten mit feineren Blättchen und sitzen meist in einiger Entfernung von der Spitze, doch nur soweit abwärts, als die Blättchen noch grün sind. Sie sitzen einzeln, seltener zu vielen vergesellschaftet.

Die Nahrung von *Stephanoceros* besteht in der Hauptsache aus freischwimmenden Protisten: Algen, Flagellaten, Ciliaten und Bacterien. Sie verschlucken auch kleinere Rotatorien und scheinen überhaupt in der Auswahl ihrer Nahrung nicht wählerisch zu sein und alles zu verschlingen, was in ihren Fangapparat gelangt. Ehrenberg (1838) gibt eine Abbildung, auf der die Arme um einen *Stentor* gebogen sind, um ihn festzuhalten. Die Aufnahme so großer Beutetiere habe ich nie beobachtet und halte es auch für eine Ausnahme, daß die Arme sich anders als nur durch Schlagen der Cilien an der Nahrungsaufnahme beteiligen.

Die Bestimmung der Nahrung ist bei *Stephanoceros* sehr einfach, da der Vormagen, in dem sie sich lange Zeit aufhält, durchsichtige, dünne Wände hat. Da *Stephanoceros* sehr gefräßig ist, ist der Vormagen, wie auch die meisten Autoren hervorheben, bei reichlicher Nahrungszufuhr stets mit Nahrung prall gefüllt. Das Tier braucht viel Nahrung, denn Hunger verträgt es sehr schlecht. Bringt man Tiere in filtriertes Kulturwasser, so sind sie gewöhnlich nach 24 Stunden, trotzdem immer Bacterien und winzige Infusorien durch den Filter gehen, schon so geschwächt, daß sie die Krone nicht mehr entfalten und sich sehr bald überhaupt nicht mehr ausstrecken können. Sie bewegen zwar in der nächsten Zeit noch den Kauapparat, aber sie stecken ganz in der Hülle und gehen spätestens am dritten Tage ein.

2. Lebensdauer.

Über die Lebensdauer der Rotatorien sind erst in den letzten Jahren Untersuchungen angestellt worden, und es ist demnach die Lebensdauer erst einer geringen Zahl von Species bekannt.

Unter Lebensdauer verstanden die Autoren die Zeit von der Geburt bis zum Tode des einzelnen Individuums und betrachteten nur die Versuche als gelungen, in denen das Tier sich solange halten ließ, daß es infolge von Altersschwäche zugrunde ging. Es sind also bei dieser Auffassung alle die Fälle bei der Durchschnittbildung auszuschließen, bei denen das in Zucht genommene Individuum aus irgendwelchen Gründen frühzeitig, ohne Alterserscheinungen zu zeigen, zugrunde ging.

Bei den Untersuchungen stellte sich heraus, daß die kurzlebigen Arten durchschnittlich sehr viel mehr Nachkommen erzeugen als die länger lebenden Formen. Das hängt, wie Spemann (1924) erwähnt, damit zusammen, daß die untersuchten kurzlebigen Species Eier legen, während die länger lebenden Embryonen zur Welt bringen. »Mit der weiter ausgebildeten Brutpflege geht die Fruchtbarkeit zurück.«

Da *Stephanoceros* Brutpflege aufweist, ist zu erwarten, daß es eine längere Lebensdauer besitzen und eine geringere Zahl von Nachkommen hervorbringen wird.

Zur Bestimmung der Lebensdauer von näheren Verwandten von *Stephanoceros* (Flosculariiden) liegen bisher keine systematischen Untersuchungen vor. Es findet sich nur bei Hudson und Gosse (1886) eine kurze Bemerkung, daß Hood *Floscularia ambigua* 40 bis 46 Tage gehalten hat. Diese lange Lebensdauer ist auffällig, weil *Floscularia* keine Embryonen, sondern Eier legt, die, in der Hülle der Mutter liegend, Furchung und Embryonalentwicklung durchmachen.

Da man auf die Lebensdauer eines Individuums in der Natur nur dann schließen kann, wenn ihm im Laboratorium möglichst natürliche Lebensbedingungen geboten werden, versuchte ich, solche Bedingungen bei der Zucht von *Stephanoceros* herzustellen. Ich hielt die Tiere in Uhrschälchen, im Wasser, das aus dem Teich des botanischen Gartens von der Stelle entnommen war, wo ich die betreffenden Tiere gefunden hatte. Da die Tiere eingingen, wenn nicht regelmäßig das Wasser gewechselt wurde, übertrug ich sie täglich in frisches Wasser. Die Schälchen wurden vorher stets ausgekocht, da bei bloßem Abwaschen zu oft, besonders im Sommer, Pilze auftraten. Das Kulturwasser zu filtrieren, war nicht nötig, da ich nicht zu befürchten brauchte, Eier von *Stephanoceros* zu übersehen und deswegen eine zu hohe Nachkommenzahl zu erzielen. Da auch stets genügend Algen, Infusorien und Bacterien im Kulturwasser waren, brauchte ich keine Nahrung zuzusetzen. Anfangs ließ ich die Tiere an einem Stückchen des Substrats, doch da sich das nicht bewährte, suchte ich solche Individuen heraus, die vom Substrat gelöst, aber nicht beschädigt waren. Es sind auch immer einige Tiere dabei, die sich leicht vom Substrat herunterschieben lassen. Ein Blättchen *Lemna* oder ein ähnliches Sauerstoff erzeugendes Pflänzchen in das Schälchen zu legen, erwies sich bei täglichem Wechseln des Wassers als nicht nötig. Außerdem bildete es, wie auch das Substratstückchen oft den Ausgangsherd der Verpilzung.

Zunächst versuchte ich, ältere Tiere längere Zeit zu halten. Sie gingen jedoch alle nach recht kurzer Zeit ein. Aus welchem Grunde, ließ sich nicht feststellen. In der Wasserstoffionenkonzentration an den Tagen vor dem Tode und am Todestage selber war kein Unterschied zu bemerken. Außerdem geschah es auch, daß von zwei Tieren, die in einem Schälchen gehalten wurden, eines sehr bald zugrunde ging, während das andere noch einige Tage lebte. Ich hielt deshalb ältere Tiere nur noch zu dem Zweck, Junge zu erhalten. Jüngere Tiere und solche, die in den Kulturen geschlüpft waren, ließen sich im allgemeinen länger am Leben erhalten, doch war auch hierbei der Erfolg nicht der erwartete.

In der Gefangenschaft ist die Lebensdauer kurz und die Nachkommenschaft gering. Zwischen den Tieren, die ich im Sommer 1925 (Juni bis August) hielt, und denen, die im Dezember 1925 und im Frühjahr 1926 beobachtet wurden, besteht kein wesentlicher Unterschied, da die Tiere bei Zimmertemperatur gehalten wurden. Nur blieben die Tiere im Dezember an Größe hinter den Sommertieren zurück, aber auch die Tiere, die im Winter draußen gefunden wurden, waren kleiner als die Tiere im Sommer. Die durchschnittliche Lebensdauer beträgt 9 bis

10 Tage, während welcher Zeit nur zwei Eier entwickelt wurden und zum Schlüpfen kamen. Die längste Lebenszeit, die ich beobachtete, sind 13 Tage. Auch während dieser Zeit wurden nur zwei Embryonen gebildet. Nur von einem Tier habe ich im Mai 1926 während einer Beobachtungszeit von 11 Tagen vier Nachkommen erhalten. Doch hielt ich das Tier nicht von der Geburt an, sondern fand es mit einer Größe von 1250 μ. Es enthielt einen fertigen Embryo, der allem Anschein nach der erste war, den es gebildet hatte, und war in der Bildung des zweiten Eies begriffen. Es wird also 6 Tage alt gewesen sein. Am 12. Beobachtungstage starb es, während der Ausbildung des fünften Eies und hat demnach ein Alter von etwa 17 Tagen erreicht.

Die Tiere zeigten, ehe sie starben, die typischen Alterserscheinungen. Sie bewegten sich nur sehr langsam und konnten sich nicht mehr ganz ausstrecken. Vor allem zeigte der Dotterstock Degenerationserscheinungen. Auf seine Größenabnahme während seiner Tätigkeit ist im ersten Kapitel eingegangen worden. Ferner blieb er nicht klar wie bei jungen Tieren, sondern trübte sich durch Einlagerung von rötlich braunen Fettkügelchen, eine Alterserscheinung, die sich bei den andern Rotatorien in ganz ähnlicher Weise vollzieht. Da aber die meisten Tiere starben, während das dritte Ei heranwuchs, und da Tiere, die draußen gefunden wurden, oft drei bis vier und mehr Eier bzw. Embryonen im Uterus trugen, ist anzunehmen, daß die Lebensdauer von *Stephanoceros* im Freien länger und die Nachkommenzahl größer ist als in Gefangenschaft.

3. Wachstum.

In bezug auf das Wachstum sind zwei Punkte zu trennen: 1. die Dauer des Wachstums und 2. der Verlauf, d. h. die Wachstumskurve. Es interessieren uns hier vor allem die Rotatorien, die Embryonen oder lebende Junge zur Welt bringen, nur zum Vergleich möchte ich auch die untersuchten eierlegenden Rädertiere betrachten. Die Wachstumszeit ist für die letzteren im allgemeinen kurz.

Hydatina senta wächst nach den Untersuchungen von Plate (1886) in den ersten 2 bis 3 Tagen zur definitiven Größe heran. *Proales decipiens* dagegen braucht, wie Noyes (1922) feststellte, länger, nämlich 4 Tage. Diese Zeitangaben sind kurz gegenüber denen für die lebendgebärenden Formen, von denen das Wachstum von *Rotifer vulgaris* durch Spemann (1924), das von *Apsilus vorax* durch Cori (1925) bekannt ist. Bei *Rotifer* hört das Wachstum am 10. bis 12. Tage auf, *Apsilus* wächst während des größten Teiles seines Lebens, etwa bis zum

30. Tage. Bemerkenswert ist, daß die Tätigkeit des Geschlechtsapparates beginnt, ehe die definitive Größe erreicht ist. *Rotifer* gebiert am 6. Tage das erste Junge, *Apsilus* am 17. Tage.

Stephanoceros fimbriatus nähert sich, was Wachstum und Zeitpunkt der Geschlechtsreife anbetrifft, mehr *Rotifer*. Die Eibildung beginnt am 3. bis 5. Tage, während das Wachstum erst am 6. bis 8. Tage beendet ist.

Um die Wachstumskurve zu bestimmen, wurden die Tiere täglich mit dem Okularmikrometer gemessen. Als Größe wurde die Länge vom Ende des Fußes (Haftscheibe) bis zum distalen Ende der Arme genommen. In den Kurven Fig. 11 ist auf der Ordinatenachse die Größe des Tieres in μ, auf der Abscissenachse die Zahl der Lebenstage aufgetragen. O gibt die Größe des Tieres bei der Messung an, × bezeichnet den Tag, an dem das Tier mit der Bildung des ersten Eies begann, Ø bedeutet die Geburt des ersten Embryos. Der Abfall der Kurve 54 am Ende des Lebens ist darauf zurückzuführen, daß sich die Tiere einige Zeit vor dem Tode nicht mehr vollständig ausstrecken können. Auch bei *Rotifer vulgaris* (Spemann 1924) und *Apsilus vorax* (Cori 1925) findet sich eine derartige Größenabnahme am Ende des Lebens. Die ausgezogenen Kurven (52 und 54) beziehen sich auf Tiere, die im Sommer 1926 gehalten wurden, die punktierte Kurve (78) zeigt das Wachstum eines Tieres im Dezember 1925. Das Tier wurde erst am zweiten Tage nach der Festsetzung zum erstenmal gemessen. Die gestrichelten Kurven R_{30} und R_{24}) geben das Wachstum von zwei Tieren während der Regeneration der Arme an (vgl. Kap. III). Auch bei diesen begann die Messung erst am 2. Lebenstage.

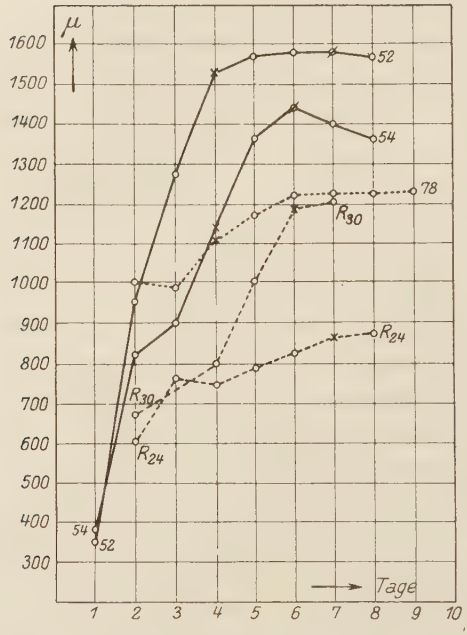

Fig. 11. Wachstumskurven von *Stephanoceros* ♀. Erklärung im Text. —— Wachstumskurve von Tieren, die im Sommer gehalten wurden. ..... Wachstumskurve eines Tieres im Winter. ----- Wachstum während der Regeneration. × erstes Ei wird gebildet; ø erster Embryo wird geboren.

Die Hauptperiode der Streckung fällt in die ersten Lebenstage. So

zeigt die Wachstumskurve des Tieres 54, daß das Tier vom 1. zum 2.Tage um mehr als das Doppelte, von 380 μ auf 820μ (also um 440 μ) gewachsen ist, während in den folgenden vier Tagen die Größenzunahme nur 580 μ beträgt, also nur wenig mehr, als das Tier vom 1. zum 2. Tage gewachsen war. Beim Tier Nr. 52 ging die Abnahme des Wachstums allmählicher vor sich. Vom 1. zum 2. Tage wuchs es von 350 μ bis 950 μ (= 600 μ), vom 2. zum 3. Tage von 950 μ bis 1270 μ (= 320 μ), vom 3. zum 4. Tage bis 1540 μ (= 270μ), vom 4. zum 6. Tage bis 1580 μ (= 40 μ). Diese beiden Tiere habe ich ganz jung gefunden. Tiere, die von älteren Tieren während der Beobachtung geboren wurden, erreichten alle nicht diese Größe. Ebenso blieben die im Dezember gezogenen Tiere in der Größe zurück (Kurve 78). Aber auch die zu dieser Jahreszeit im Freien gefundenen Exemplare waren kleiner als die Sommertiere. Keins der in Uhrschälchen gehaltenen Tiere wurde größer als 1,5 μ. Da aber Tiere, die im Freien gefunden wurden, eine Größe von 2 mm besitzen konnten, muß man schließen, daß die Gefangenschaft auf das Größenwachstum von *Stephanoceros* einen hemmenden Einfluß ausübt. Diese Erfahrung stimmt mit der Angabe von Hudson und Gosse (1886) über *Floscularia* überein, wonach die in Gefangenschaft gehaltenen Tiere auch bei reichlicher Nahrungszufuhr nie dieselbe Größe erreichen wie die Tiere draußen.

Das Wachstum bei *Stephanoceros* betrifft Fuß, Körper und Arme ungefähr gleichmäßig. Anfangs, kurz nach der Festsetzung ist der Körper am längsten, Arme und Fuß relativ kurz, so daß etwa Arme : Körper : Fuß sich verhalten wie 5 : 12 : 10 (Gesamtgröße 470 μ). Die Arme strecken sich sehr schnell, so daß sich für dasselbe Tier am 2. Tage das Verhältnis 18 : 17 : 20 (315 μ : 295 μ : 350 μ) bei einer Gesamtgröße von 980 μ ergab. Bei diesem Tier blieb dann im Laufe des Wachstums der Fuß immer länger als der Körper oder die Arme, welch letztere wiederum länger als der Körper waren. In der Mehrzahl der Fälle entfällt auf die Arme mehr als $^1/_3$ der Körpergröße, auf den Körper etwas weniger als $^1/_3$. Doch kommt es auch vor, daß lange Zeit während des Wachstums sich die Länge von Armen, Körper und Fuß wie 1 : 1 : 1 verhält.

Spemann (1924) stellt in diesem Zusammenhange die Frage, wie das Wachstum bei Rotatorien vor sich geht, also bei Organismen, bei denen wahrscheinlich ist, daß bei der Geburt ihre Zellzahl feststeht.

Bei *Stephanoceros* besteht das Wachstum, jedenfalls einiger Organe, lediglich in einer Vergrößerung und Streckung schon vorhandenen Zellmaterials. Das gilt sicher für die Hypodermis des Fußes und die der

Arme, die in der Jugend dick ist, im Laufe des Wachstums schmäler wird. Genaue Untersuchungen über die Zellkonstanz bei *Stephanoceros* würden sicher auch die Art des Wachstums klären.

4. Eibildung und -entwicklung.

Bei den schnellwachsenden, Eier legenden Rotatorien beginnt die Eiablage gewöhnlich früh und geht in rascher Folge vor sich.

Bei lebendgebärenden Rotatorien liegen die Verhältnisse etwas anders und scheinen bei verschiedenen Species recht abweichend zu sein.

Bei *Stephanoceros* beginnt die Tätigkeit des Geschlechtsapparates gewöhnlich am 3. oder 4. Tage nach der Festsetzung. In der Entwicklung sind zwei Phasen deutlich voneinander zu scheiden: 1. das Wachstum des Eies und seine Versorgung mit Dotter, 2. die Furchung. Die Tätigkeit des Geschlechtsapparates beginnt damit, daß am Dotterstock eine braune Kappe auftritt, die schnell an Größe zunimmt. Es ist das sich entwickelnde Ei. Der Dotterstock selber verändert sich dabei nicht. Verdickungen des ganzen Keimdotterstockes, wie sie bei *Rotifer* vorkommen, finden bei *Stephanoceros* nicht statt. Nur selten und nur kurze Zeit ist in dem wachsenden Ei der Kern als großes helles Bläschen zu sehen. 1 bis 2 Tage bleibt das Ei mit dem Dotterstock fest verbunden und unterscheidet sich von ihm nur durch die braune Farbe und körnige Struktur. Nach Beendigung des Wachstums bleibt es noch kurze Zeit am Dotterstock, ist aber gegen ihn beweglich. Am 2. bzw. 3. Tage, sobald es sich vom Dotterstock gelöst hat, beginnt die Furchung. Das Ei liegt nun frei im Uterus und am Dotterstock bildet sich gewöhnlich das nächste. Die Furchung nimmt 2, seltener nur 1 Tag in Anspruch. Das Ei verliert während dessen seine braue Farbe und grobkörnige Struktur, da der Dotter verbraucht wird, und erscheint hell. Der Abschluß der Embryonalentwicklung ist daran kenntlich, daß am vorderen Pol die beiden roten Augenflecke und am andern ein dunkler Fleck, Ehrenbergs »drüsiger Körper«, der Enddarm mit eingelagerten Stoffwechselprodukten, auftreten. An diesem Fleck sind Weibcheneier, abgesehen von ihrer Größe, leicht von Männcheneiern zu unterscheiden. Im Uterus liegt dann am 4. Tage ein fertiger Embryo, der fast alle Organe, die das erwachsene *Stephanoceros* besitzt, erkennen läßt. Da der Embryo von einer feinen Hülle umgeben ist, liegt er gekrümmt (Fig. 14), wie es auch Joliet (1883) für die Embryonen von *Melicerta ringens* angibt. Die Embryonalentwicklung nimmt somit, einschließlich des Wachstums des Eies, 4 Tage in Anspruch, verläuft also rascher als bei *Rotifer* oder bei *Apsilus*.

Im Sommer, zur Zeit gesteigerter Fortpflanzungsintensität (Juni), geht die Entwicklung rascher vor sich. Oft ist das Ei am 2. Tage schon gefurcht. Als Folge dieser rasch aufeinander folgenden Eibildung und Furchung liegen zu solchen Zeiten meist mehrere Eier und Embryonen in verschiedenen Stadien der Entwicklung im Uterus. Ich fand im Juni meist Tiere mit drei Embryonen und einem oder zwei bräunlichen Eiern im Körper. In einem Falle hatte ein Tier im März sogar sieben Embryonen bzw. Eier im Uterus, doch habe ich eine solche Fortpflanzungsintensität ein zweites Mal nicht beobachtet. Im Winter geht die Entwicklung langsamer vor sich und scheint die Tätigkeit des Keimdotterstockes überhaupt herabgesetzt zu sein, da die Tiere, die draußen gefunden wurden, höchstens einen Embryo enthielten. Bei den Versuchstieren, die in Zimmertemperatur gehalten wurden, ist im Zeitpunkt der Eibildung und in der Schnelligkeit der Entwicklung kein wesentlicher Unterschied zutage getreten, nur trat bei der Zucht im Winter manchmal die Eibildung überhaupt nicht ein.

Wenn die Eibildung später eintrat, am 5. bis 7. Tage, dann konnte das zwei Gründe haben. Erstens verzögerte sich die Eibildung, wenn Pilze in der Kultur auftraten, zweitens trat sie später ein bei solchen Tieren, an denen Regenerationsversuche gemacht wurden. Bezüglich dieser letzteren Erscheinung muß auf das 3. Kapitel verwiesen werden.

In meinen Kulturen entwickelten sich gewöhnlich die ersten Eier am schnellsten, während die späteren längere Zeit im Körper der Mutter blieben. Vor allem dauerte das Wachstum länger. Das Ei blieb nicht 24 bis 36 Stunden, sondern 2 bis 3 Tage am Dotterstock. Spemann (1924) hat bei *Rotifer vulgaris* ähnliche Beobachtungen gemacht. Bei dieser Form »liegen die kürzeren Entwicklungsdauern in der Hauptsache bei den ersten Jungen, treten aber auch bei den letzen einer Geschwisterreihe wieder auf. Dazwischen sind sie etwas länger«. Er gibt auch den Grund an, den diese Erscheinung haben könnte. Denn »da am Anfang und Ende der Eierzeugung weniger Eier gleichzeitig in der Leibeshöhle liegen, als in der Mitte, liegt der Schluß nahe, daß diese Verzögerung durch die rein mechanischen Einflüsse des Raummangels auf die Entwicklung hervorgerufen wird«. Da sich in meinen Kulturen in einem Tier nicht mehrere Embryonen zugleich entwickelten, sondern ein Embryo meist ausgestoßen wurde, wenn das nächste Ei erst als sehr kleine Kappe dem Dottersack aufsaß, scheint mir hierbei die Verzögerung in der Entwicklung eher auf eine Schwächung des Tieres durch die Gefangenschaft zurückgeführt werden zu müssen.

Wie oben erwähnt, besitzt der Embryo, im Gegensatz zu dem von *Rotifer* oder *Apsilus*, eine feine Embryonalhülle. Von dieser umgeben (Fig. 14_1) liegt er im Uterus, der direkt in die Cloake mündet. In der Gestalt, wie Fig. 14_1 ihn darstellt, wird er durch die Cloake ausgestoßen. Die Geburt geht sehr rasch vor sich. Die Cloake dehnt sich dabei sehr stark, da der Embryo nicht deformiert wird. Das Muttertier ist nach der ventralen Seite gebogen und streckt den Fuß weit aus, wie um die Cloake zu heben.

Während die Embryonen von *Rotifer vulgaris* und *Apsilus vorax* nach der Geburt gleich umherschwimmen, da sie keine Embryonalhülle besitzen, bleiben diejenigen von *Stephanoceros* noch eine Zeitlang von der Embryonalhülle umgeben (Fig. 14_1) in der Gallerthülle der Mutter. Durch lebhafte Bewegungen versucht der Embryo, seine Schale zu sprengen. Das gelingt ihm gewöhnlich bald. Er streckt sich dann sofort und ist wie Fig. 12 gestaltet. Im Normalfalle kriecht er am Körper der Mutter entlang, durch die vordere Öffnung aus der Gallerthülle heraus, wobei ihm oft die Bewegungen der Mutter wesentliche Hilfe leisten. Oft kommt es auch vor, daß er ins Innere der Gallerthülle gerät und sich dann, wie im ersten Kapitel beschrieben wurde, eine Öffnung durch die äußere Membran derselben bohren muß. Diesen Vorgang haben schon Cubitt (1870) und Gosse (1886) beobachtet. Der befreite Embryo verläßt schwimmend die Mutter.

Die Embryonalhülle bleibt nur kurze Zeit in der Gallerthülle des Muttertieres liegen und wird meist bald durch seine Kontraktionen hinausbefördert. Sie klappt bald nachdem der Embryo sie verlassen hat, zusammen, wird faltig und ist nur sehr kurze Zeit noch zu finden.

5. Das freischwimmende Junge und seine Umwandlung zur festsitzenden Form.

Der junge, freischwimmende *Stephanoceros* weicht in seiner äußeren Gestalt stark vom erwachsenen Tier ab. Es ist von Leydig (1855), de Beauchamp (1909) und v. Ubisch (1926) beschrieben und abgebildet worden. Leydig gibt kaum etwas von seiner inneren Organisation an. v. Ubisch interessierten nur die großen Zellen im Vorderende; er gab deshalb die übrigen Organe nur schematisch an. de Beauchamp (1909) bildet es von der dorsalen Seite gesehen ab (S. 31, Fig. III). Ich habe es aus besonderen Gründen in seitlicher Ansicht abgebildet (Fig. 12). In bezug auf die Anordnung der meisten Organe stimme ich ungefähr mit de Beauchamp überein. Die Lage des Gehirns und die

Entstehung der Arme ist nach meinen Beobachtungen eine andere als DE BEAUCHAMP und v. UBISCH sie angeben.

Das freischwimmende Junge von *Stephanoceros* erinnert in seiner äußeren Gestalt an eine *Philodina*. Vom Rücken gesehen ist es etwa kegelförmig, mit einer schwachen Anschwellung oberhalb des Fußes. Von der Seite betrachtet (Fig. 12) ist die Ventralfläche glatt, dorsal ist am Ende des Körpers ein kleiner Buckel. Es sind deutlich Fuß, Rumpf und Kopf zu unterscheiden.

Der Fuß ist kurz, ziemlich dick und nicht scharf gegen den Körper abgesetzt. Er trägt am distalen Ende ein Büschel von Cilien. Seine Hypodermis ist außerordentlich dick und besteht aus mehreren Zellreihen, die bei der Bildung der Gallerthülle eine Rolle spielen (vgl. Kap. I). Im unteren Drittel liegt ein Haufe von größeren hellen Kugeln. Es sind dies die Secrettropfen, die später die Kittsubstanz der Haftscheibe liefern. Sie sind schon vorhanden, wenn der Embryo noch in der Schale im Körper der Mutter liegt. Im Fuß beginnen die Längsmuskeln, die die Kontraktionen des Tieres ermöglichen. Der Fuß kann in den Körper hineingezogen werden. Diese Fähigkeit verliert er sofort bei der Festsetzung.

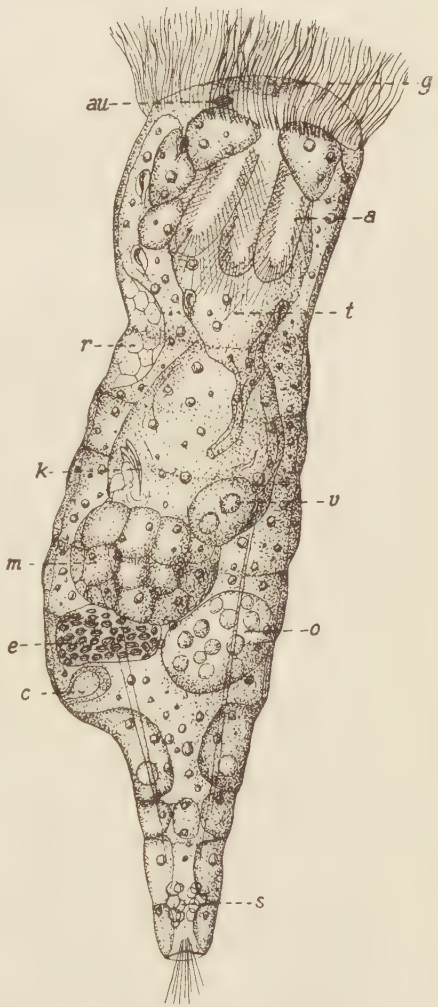

Fig. 12. Junger, eben geschlüpfter *Stephanoceros* ♀. Seitenansicht. *a*, Armanlage; *au*, Augenfleck; *c*, contractile Blase; *c*, Enddarm; *g*, Gehirn; *k*, Kauapparat; *m*, Magen; *r*, Retrocerebrales Organ; *s*, Secretkugeln; *t*, Trichter; *v*, Verdauungsdrüse; *o*, Ovar. Vergr. etwa 300 fach.

Im Körper liegen die Eingeweide, die in ihrer Anordnung fast dieselben Verhältnisse darbieten, wie beim erwachsenen *Stephanoceros*. Die Hypodermis ist im Vergleich mit der des Fußes dünn. Sie umschließt eine geräumige Leibeshöhle, deren Flüssigkeit reichlich Fetttröpfchen enthält. Vormagen, Kauapparat, Verdauungsdrüsen, Magen, Enddarm

und Keimdotterstock sind wie im erwachsenen Tier gelagert. Nur konnte ich noch keine Mündung des Enddarms nach außen feststellen. Die kontraktile Blase ist klein und erscheint wie eine blind geschlossene Einstülpung des Epithels. Sie pulsiert schon. Die im Enddarm eingeschlossenen schwarzen Körnchen sind im ersten Kapitel beschrieben worden. Die Wand des Körpers zeigt regelmäßige Einschnürungen, die als Falten rings herumlaufen und bei der Kontraktion besonders deutlich sind. Auf der Ventralseite waren stets fünf durch diese Falten hervorgerufene Vorwölbungen des Epithels zu sehen, auf der Dorsalseite sechs. Der Körper ist gegen den Kopf durch einen scharfen Einschnitt abgegrenzt. An dieser Stelle liegt in der dorsalen Medianlinie das retrocerebrale Organ (Fig. 12 *r*). Es springt in die Leibeshöhle vor und buchtet das Körperepithel noch nicht wie beim erwachsenen *Stephanoceros* aus.

Der Kopf trägt an seinem Vorderende einen Ring von langen Cilien, die das Lokomotionsorgan des Jungen darstellen. In dem dadurch abgegrenzten apicalen Feld liegt eine graue granulöse Masse (*g*), die mit den beiden großen roten Augenflecken durch kurze Fortsätze in Verbindung steht. Kontrahiert sich das Tier, so wird das von den Cilien umrandete Feld an der dorsalen Seite des Kopfes entlang in den Körper gezogen, und zwar so weit, daß diese graue Masse in der Nähe des retrocerebralen Organs liegt, also an der Stelle, wo beim Erwachsenen das Gehirn liegt. de Beauchamp (1907) zeichnet das Gehirn bei einem ausgestreckten Jungen etwas oberhalb des retrocerebralen Organs, auch v. Ubisch (1926) gibt es schematisch an ähnlicher Stelle an. Ich halte jedoch diese körnelige Masse im apicalen Feld für das Gehirn, erstens wegen seiner Verbindung mit den Augen, dann aber hauptsächlich wegen seiner Lage bei der Kontraktion. Bei der Festsetzung kontrahiert sich das Junge nämlich und streckt auch den Vorderkörper nicht wieder aus. Dadurch kommt das Gehirn in die Lage, die es beim erwachsenen Tier einnimmt, und auch die Verlagerung der Augen vom Vorderende in die Körpermitte wird dadurch erklärt.

Unterhalb des Cilienkranzes liegen im Kopf verteilt die Wimperflammen des Excretionssystems, die in derselben Zahl wie beim festsitzenden *Stephanoceros* vorhanden sind. Auch im Körper in der Nähe des Magens liegt eine Wimperflamme, die in der Abbildung nicht eingetragen ist.

Im Kopf liegen dann ferner große Zellen, die als die Matrixzellen der Arme anzusehen sind. v. Ubisch (1926) stellte fest, daß sie schon beim freischwimmenden Jungen in der Zahl 13 vorhanden und folgender-

maßen angeordnet sind: Dorsal liegt eine Zelle mit fünf Kernen, rechts und links davon liegt je eine Zelle mit einem Kern, dann folgt ein zweites Zellpaar mit je einem Kern, ein drittes Zellpaar mit je zwei Kernen und ein viertes mit je einem Kern. Auf der Ventralseite liegen das fünfte und sechste Zellpaar mit je einem Kern.

Unter diesen Zellen liegen die Anlagen der Arme (*a*). Sie scheinen auf früher Entwicklungsstufe gebildet zu werden und entstehen wohl als höckerförmige Erhebungen am oberen Rande der Trichterwand, wo die großen Matrixzellen liegen. Sie hängen in den Trichter hinein und füllen ihn fast ganz aus. Von den Autoren sind sie bisher nie beschrieben worden. Wahrscheinlich haben sie sie übersehen, da sie von den großen Matrixzellen zum Teil verdeckt werden. Sie hängen, mit ihrer Basis nach vorne, mit den freien Enden nach hinten gerichtet, frei in den Trichter und lassen als feine Streifung die Cilien erkennen, die lang in den Trichter hineinhängen.

Nur Leydig (1855) scheint diese Armanlagen gesehen zu haben. Er sagt bei der Beschreibung des Jungen: »Im Inneren des Leibes, hinter dem Kopf, bemerkt man eine eigentümliche Strichelung, die ich nicht zu deuten vermag. Weiter nach hinten setzt sich ein heller Raum ab, in dem einige lange Cilien arbeiten; er wird wohl das Lumen eines Darmabschnittes anzeigen.« Die feine Strichelung, die Leydig gesehen hat, kann von nichts anderem hervorgerufen sein, als von den Cilien der Arme. Der helle Raum dahinter ist der Vormagen, in den vom Trichter aus der Oesophagealtubus hineinhängt. Dieser vollführt von Zeit zu Zeit zitternde Schläge. Auch ich hielt dies zuerst für die Bewegung von Cilien.

Das so gestaltete Junge schwimmt mittels der Bewegung der Cilien vorwärts, wobei es um seine Längsachse rotiert. Es ist, wie schon die älteren Autoren angeben, recht lebhaft und untersucht mit seinem Vorderende bald dies, bald jenes Pflänzchen. Die Zeit des Umherschweifens ist, wie oben erwähnt, verschieden. Eine Eigentümlichkeit verdient Erwähnung. Die Jungen, die in Uhr- und Petrischälchen schlüpften, setzten sich, auch wenn sie reichlich Pflanzen zur Verfügung hatten, nur äußerst selten an diesen fest. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle fand ich die jungen, fertig ausgebildeten Tiere am Boden oder den Wänden des Schälchens, oder auch mit dem Fuß an der Oberfläche des Wassers befestigt, mit der Krone herabhängend, vor. Vielleicht finden die Tiere, wenn die Pflänzchen längere Zeit gehalten werden, nicht mehr die Bedingungen an ihnen, wie draußen im Freien.

Die Art der Festheftung und die Bildung der Hülle ist im ersten Kapitel beschrieben worden. Es ist nun noch die Umwandlung des

Jungen in die festsitzende Form zu beschreiben, die im wesentlichen in der Entwicklung der Arme besteht. In bezug auf diesen Vorgang stimme ich mit keinem der früheren Autoren überein.

Hudson und Gosse (1886), Rosseter (1896), de Beauchamp (1907) und v. Ubisch (1926) beschreiben die Entstehung der Arme als Hervorsprossen. Rosseter vergleicht den Vorgang dem Hervorsprossen der Arme bei einer *Hydra* und gibt an, daß die Spitzen der Arme dabei wie Farnblätter eingerollt seien. Die Entwicklung dauert nach seinen Beobachtungen sehr lange. 11 Stunden nach der Geburt (nach dem Festsetzen oder nach dem Schlüpfen?) erschienen sie als eingerollte Knospen; 2 Tage blieben sie so gebeugt, am 3. Tage nahmen sie die typische Haltung an. v. Ubisch, dem ich mich anschließe, hält diese lange Entwicklungsdauer für pathologisch, da, wie er sagt, und wie auch ich häufig die Gelegenheit hatte zu beobachten, die Tiere »schon 24 Stunden nach dem Schlüpfen« eine vollständig ausgebildete Krone haben. Über die Entstehung der Arme sagt er: »Die Tentakeln sprossen bei einem normalen Tier als verhältnismäßig dicke Knospen hervor. Eine farnblattartige Aufrollung ist daher unmöglich.« de Beauchamp spricht etwas ausführlicher über diesen Vorgang in einem Artikel über den Räderapparat der Rotatorien. Er führt diesen auf zwei Cilienkreise zurück, auf die »bande circumapicale« (präoraler Wimperkranz) und einen Kreis, der die »plaque buccale« umgibt. Er glaubt, auch den Räderapparat von *Stephanoceros* auf dieses Schema zurückführen zu können. Als circumapicales Band bezeichnet er den Wimperkranz, der bei dem Jungen, so lange es freischwimmt, vorhanden ist. Dann sagt er jedoch weiter: »Elle (la bande circumapicale) aboutit à une plaque buccale, sur laquelle s'élèvent radiairement autour de la bouche cinq bourrelets garnis de très longs cils, ébauches des cinq bras, d'abord invaginées, plus saillantes.« Er gibt dazu eine Seitenansicht vom Vorderende des jungen *Stephanoceros* (S. 26, Fig. 14), auf welcher diese Armknospen seitlich unterhalb des circumapicalen Kranzes hervorsprossen, und schließt seine Betrachtung mit den Worten: »Donc l'entonnoir des Flosculariens, placé sécondairement dans l'axe du corps,« . . . »représent la seule plaque buccale, dont il a conservé en partie la ciliation à son interieur; et la ceinture circumapicale a totalement disparu chez l'adulte.«

Ich habe die bisherigen Anschauungen über die Entstehung der Arme etwas ausführlicher behandelt, weil meine Beobachtungen von denen der Autoren stark abweichen. Die Entwicklung geht folgendermaßen vor sich: Während sich das Junge festsetzt und Haftscheibe und Hülle bildet, zieht es den vorderen Teil des Kopfes, also apicales Feld und Cilienkranz ein, das von nun in dieser Lage bleibt. Dadurch gelangen Gehirn und Augen vom Vorderende des Körpers etwas weiter nach hinten. Das Gehirn liegt dann neben dem retrocerebralen Organ und die Augen auch etwa in derselben Höhe, und zwar etwa am Ende der Arme, wie Fig. 13 zeigt. Durch diese Kontraktion wird die Lage der Augen beim festsitzenden Tier, die ich mir anfangs nicht erklären konnte, begründet. Die Cilien werden nach de Beauchamps (1909) Angaben

ausgestoßen. Der Fuß kann, sobald sich das Junge festgesetzt hat, nicht mehr in den Körper gezogen werden. Der Körper selbst ist auch kontrahiert, so daß der Verdauungstractus nicht wie beim freischwimmenden oder erwachsenen Tier gelagert ist, sondern ähnlich wie beim Embryo in der Embryonalhülle. Es scheint, als ob der Vormagen eine

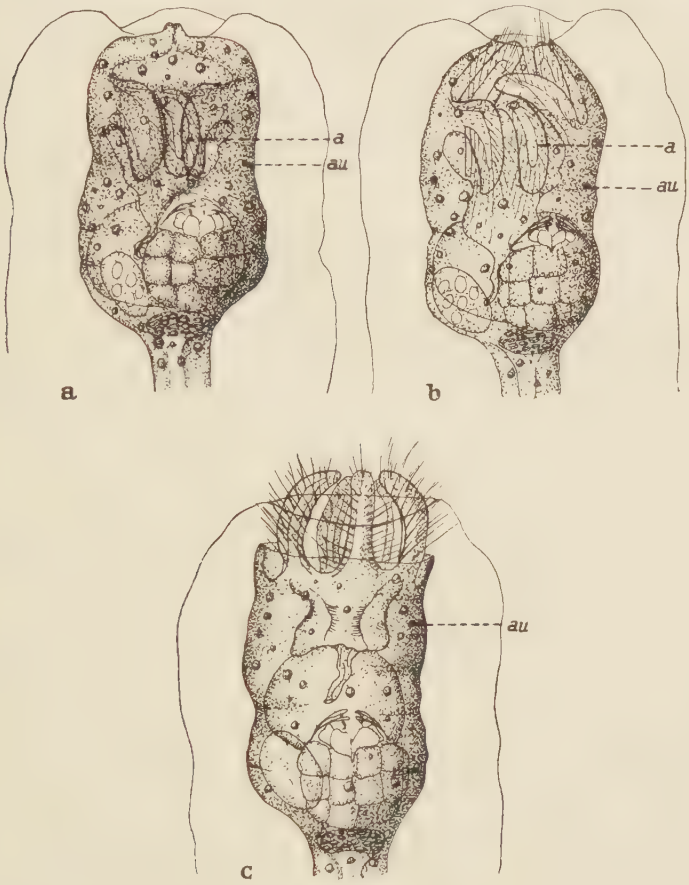

Fig. 13. Entwicklung der Arme. *a*, Armanlagen; *au*, Augenfleck. Vergr. etwa 250fach.

U-förmige Biegung macht, so daß der Kauapparat in derselben Höhe liegt wie der Beginn des Oesophagealtubus. Der hintere Teil des Vormagens und der Magen mit dem Enddarm liegen dann wieder U-förmig, aber nun ist das U umgekehrt orientiert wie vorher. Im vorderen Teil des so kontrahierten Körpers hängen die Arme in den Trichter hinein (Fig. 13a). Erst jetzt wird es deutlich, wie sie mit ihrer Basis an der Hypodermis des Körpers befestigt sind. Das Tier versucht nun unter

scheinbar großen Anstrengungen, die Arme nach oben zu klappen. Der Drehpunkt dieser Bewegung ist die Basis der Arme. Es werden nicht alle Arme zugleich nach außen geklappt. Fig. 13b zeigt das Junge etwa $^1/_2$ Stunde nach der Festsetzung. Zwei Arme sind vollständig um 180°, ein dritter ist halb emporgeklappt, zwei hängen noch in der ursprünglichen Stellung in den Trichter hinein. Mit einem Ruck werden nun auch die letzten Arme hochgeklappt, und nun streckt das Tier auch den Körper aus, so daß die Teile des Verdauungstractus in die normale Lage kommen (Fig. 13c). Die Arme ragen dann noch nicht aus der Gallerthülle heraus und sind an ihrer Basis von einer feinen Haut, die auf Fig. 13b die Arme noch bis zur Spitze umhüllt, umgeben. Erst durch weitere Streckungen des Tieres werden sie ganz frei. Dabei gelangt die innere Fläche dieses Hautringes nach außen. Damit ist die Umwandlung beendet und es beginnt nun das Längenwachstum.

Der ganze Prozeß spielt sich in relativ kurzer Zeit ab. So beobachtete ich ein Tier, das 4.20 Uhr aus der Eihülle schlüpfte, sich 4.30 Uhr festsetzte und 6.51 Uhr schon die Arme ausgestülpt hatte. Die eigentliche Umwandlung nimmt also nur 2 Stunden in Anspruch. Eine ähnliche kurze Zeit habe ich bei der Umwandlung einer *Floscularia campanulata* festgestellt. Das Junge schlüpfte 12.35 Uhr aus der Hülle, setzte sich 12.50 Uhr fest, wobei es anfangs, ähnlich wie *Stephanoceros*, ungefähr zur Größe des Eies kontrahiert war. 2.40 Uhr waren drei Kronenlappen, 5.30 Uhr alle fünf entwickelt. Die Umwandlung war hier also im Laufe von 5 Stunden vor sich gegangen.

Als »Metamorphose der Larve«, wie v. Ubisch die Umwandlung nennt, möchte ich diesen Vorgang nicht bezeichnen. Zwar besitzt das freischwimmende Junge in dem Wimperkranz ein larvales Organ, aber das Tier besitzt schon als »Larve« alle Organe der »Imago«, so daß bei der »Metamorphose« keine Neubildung stattfindet.

Die Arme sind anfangs kurz und dick und haben, wie v. Ubisch betont, besonders am vorderen Ende einen dicken Plasmabelag. Über die Cilien sagt er, daß die »Armknospen ziemlich gleichmäßig bewimpert sind, was ganz allgemein für stark wachsende Teile der Arme zutrifft«. Nach meinen Beobachtungen ist zwar die Bewimperung der Arme beim Jungen nicht so ausgeprägt in Reihen angeordnet wie beim Erwachsenen, doch ist die typische Reihenanordnung sofort nach der Evagination zu erkennen. Ich konnte feststellen, daß schon dann 19 Paare von Cilienreihen wie beim erwachsenen Tier an jedem Arm vorhanden sind.

Meistens wird die gerade Gestalt der Arme bei der Evagination nicht verändert, doch kommt es auch vor, daß der eine oder der andere

Arm etwas eingerollt ist. Er wird aber gleich, nachdem er ausgestülpt ist, gestreckt. Diese »farnblattartige Einrollung« ist also nur ein Ausnahmefall und dauert nur so lange an, als der Arm noch im Körper liegt.

Die oben erwähnte Abbildung von DE BEAUCHAMP (1907), nach der die Arme als kleine Knospen seitlich hervorsprossen, vermag ich mir nicht zu erklären. Ich habe ähnliches nie beobachtet. Ich kann mich demzufolge auch nicht seiner Ansicht, die auch DIEFFENBACH und SACHSE in BRAUERS Süßwasserfauna (1912) vertreten, anschließen, wonach bei den eben geschlüpften Floscullariiden neben dem das Apicalfeld umgebenden Trochus noch eine bewimperte Mundscheibe vorhanden sein soll, auf der als bewimperte Polster die Anlagen der Arme sitzen, die erst sekundär in die Achse des Körpers gerückt werden. Ich möchte mich eher der von PLATE (1886) geäußerten Ansicht anschließen, daß die Cilien der Arme den adoralen Wimperkranz darstellen, der den hier sehr tief eingesenkten Mund umgibt. Jedenfalls sind die Homologien zwischen dem Räderapparat der Floscullariiden und dem der übrigen Rotatorien keineswegs mit Sicherheit festgestellt, vor allem kann man nicht so ohne weiteres das freischwimmende Junge als phylogenetischen Vorfahr der festsitzenden Form betrachten, wie v. UBISCH (1926) es tut. Sein apicales Feld ist zwar dem anderer adulter Rotatorien ähnlich, aber der komplizierte Räderapparat der freilebenden Rotatorien unterscheidet sich doch stark von dem einfachen Wimperkranz des jungen *Stephanoceros*. Ferner spricht die ins Innere hängende Anlage der Arme eher dafür, daß das Junge sekundär abgeändert ist, daß es sekundär einen Locomotionsapparat erworben hat, damit die festsitzende Form weiter verbreitet wird.

6. Zeitliche Verbreitung und Auftreten von Männchen.

Stephanoceros pflanzt sich, wie die meisten Rotatorien, fast das ganze Jahr hindurch parthenogenetisch fort, nur einmal im Jahr treten Männchen auf. Die Art gehört also zu den monocyclischen Formen. Die Tiere sind auch im Winter anzutreffen. EHRENBERG (1838) gibt an, daß er sie unter dem Eis im Januar an abgestorbenen *Calmus*-Blättern fand. Auch ich holte im Dezember unter einer dünnen Eisdecke etwas *Lemna* heraus und fand einige Exemplare daran, die anfangs starr und etwas kontrahiert waren, sich aber im warmen Zimmer bald ausstreckten und beweglich wurden. Da die grünen Pflanzen im Winter alle zugrunde gehen, scheint *Stephanoceros* auf dem Grunde der Gewässer an den Wurzeln der Wasserpflanzen zu überwintern, denn als die Eisdecke verschwand, waren sie dort zu finden. Im Frühjahr (März, April), wenn

die grünen Pflanzen, vor allem *Lemna*, wieder erscheinen, tritt auch *Stephanoceros* wieder in größerer Zahl auf. Ich fand dann an *Lemna* kleinere, jüngere Tiere, während an den Wurzeln der Wasserpflanzen weniger, aber größere und ältere Tiere saßen. Die Zahl nimmt langsam zu, schwankt mit der Zu- und Abnahme der Temperatur. Als Nachtfröste eintraten, gingen die Tiere an den Pflanzen an der Oberfläche zugrunde, es blieben die am Leben, die tiefer saßen. Besonders zahlreich und von besonderer Größe trat *Stephanoceros* im Juni auf. Ich fand damals oft Tiere, die fast 2 mm und darüber groß waren und die vier bis fünf Embryonen bzw. Eier im Uterus trugen. Besonders im Oktober und November wird *Stephanoceros* von zwei Parasiten befallen, von einem Entoparasiten, der stets den Tod des Tieres herbeiführt, und

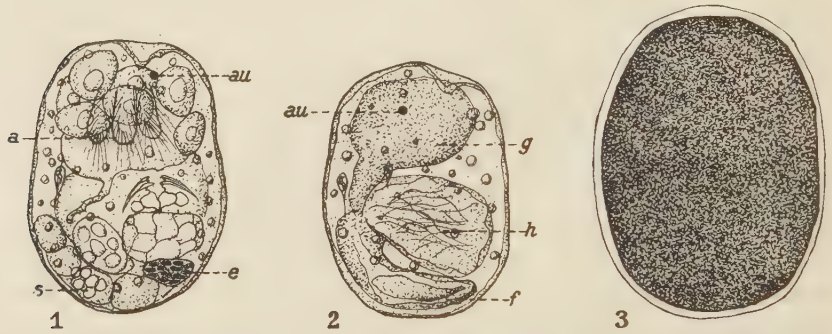

Fig. 14. *1*. Weiblicher Embryo in der Embryonalhülle. Seitenansicht. *2*. Männlicher Embryo in der Embryohülle. Seitenansicht. *3*. Dauerei. *a*, Armanlagen; *au*, Augen; *e*, Enddarm; *f*, Fuß; *g*, Gehirn; *h*, Hoden; *s*, Secretkugeln. Vergr. etwa 250 fach.

einem Ectoparasiten, der etwas weniger gefährlich ist, aber dafür um so zahlreicher auftritt. Die Geschlechtsperiode fällt in den Winter. Ich fand die ersten Männchenlegerinnen und Dauereier Anfang November. Dixon-Nutall (1896) gibt an, daß er im Februar Männchen erhalten hat. Da im Dezember und Januar der Teich mit einer dicken Eisdecke bedeckt war, holte ich in jener Zeit keine Tiere von draußen. Männchenweibchen und Dauereilegerinnen sind bei *Stephanoceros* nicht sehr häufig. Unter 20 parthenogenetisch sich fortpflanzenden Weibchen findet man nur etwa eins, das Männcheneier oder Dauereier trägt. Ich fand auch nie ein freischwimmendes Männchen. Da ich nur drei Männchenlegerinnen hatte, verbrauchte ich die Männchen zu morphologischen Untersuchungen.

Die Männchenlegerinnen und Dauereilegerinnen unterscheiden sich in Größe und Gestalt nicht von den andern Weibchen. Nur tragen die ersten mehr und kleinere Embryonen im Körper. Ich zählte bis zehn

Embryonen. Die Größe der männlichen Embryonen beträgt etwa $^2/_3$ der der weiblichen Embryonen in der Schale. Sie sind leicht von den letzteren zu unterscheiden, weil sie keinen dunklen Fleck am hinteren Pole besitzen (Fig. 14, 2). Die Dauereier sind größer als die parthenogenetischen Weibcheneier. Während diese vor der Geburt eine Länge von 110 μ bei einer Breite von 80 μ erreichen, besitzen die Dauereier eine Größe von 170 : 130 μ. Sie sind außerdem an ihrer dunklen, fast schwarzen Farbe leicht zu erkennen. Sie bleiben auch nach dem Tode des Tieres in dessen Hülle. Den Zeitpunkt des Schlüpfens konnte ich nicht feststellen, da die Hüllen vollständig verpilzten.

7. Parasiten.

Wie oben erwähnt, treten besonders im Herbst zwei Parasiten auf, an denen *Stephanoceros* in den meisten Fällen zugrunde geht. Der erste ist ein Entoparasit. Er ist nicht so häufig wie der zweite, führt aber sicherer zum Tode. Man bemerkt ihn erst 1 oder 2 Tage vor dem Tode des Tieres als dunklen, an ein Dauerei erinnernden Körper mit körneligem Inhalt. Er liegt frei in der Leibeshöhle und wird durch die Bewegungen des Tieres, genau wie die Eier und Embryonen hin und her gestoßen. Er nimmt schnell an Größe zu und erfüllt bald die Hälfte der Leibeshöhle, indem er die Organe beiseite drängt. Hat er an einem Tage diese Größe erreicht, dann ist das Tier am folgenden Tage gewöhnlich tot, in seinem Körper und Fuß sind kleine, länglich runde, helle Körnchen verteilt, die wie Sporen aussehen. Das Tier verwest bald, die Sporen bleiben in den Umrissen des Körpers liegen. Über das weitere Schicksal dieser Gebilde kann ich nichts aussagen, da die Hülle kurze Zeit nach dem Tode des Tieres mit einer Unmenge von Bakterien, Pilzen, Flagellaten (*Bodo*-Form) infiziert ist, so daß die Sporen schließlich nicht mehr davon zu unterscheiden sind. Auf Schnitten ließ sich nichts über ihre Struktur ersehen. Ob es ein tierischer oder pflanzlicher Parasit ist, konnte ich nicht entscheiden. Zu den Sporozoen schien er nicht zu gehören, da die Sporozoen, die bisher bei Rädertieren gefunden wurden, ganz anders gestaltet sind. Die Sporen erinnerten eher an Fortpflanzungskörper von Chytridineen.

Der zweite Parasit ist ein kleines Rotator, *Proales decipiens* aus der Familie der Notommatiden. J. Stevens gibt an, daß er auf *Stephanoceros* parasitiert, doch war mir diese Arbeit nicht zugängig. Dieses Tier trat im November in besonders großen Mengen auf. Von 80 Tieren waren 7 tot und hatten einen *Proales* in der Hülle, 17 hatten beschädigte Kerne, was auf die Tätigkeit dieses Rotators zurückzuführen ist, 4 lebten

mit einem *Proales* in der Hülle. Es waren also 25% von *Proales* befallen. Die Infektion braucht nicht immer tödlich zu verlaufen.

Proales dringt, meist bei nicht zu jungen Tieren, durch die vordere Öffnung in die Hülle von *Stephanoceros* ein. Dieses kontrahiert sich dabei oft, und oft gerät dadurch *Proales* wieder hinaus. Häufig gelangt der Parasit dabei auf die Arme und versperrt dann die Öffnung der Hülle. Das ist für *Stephanoceros* sehr verhängnisvoll, da dadurch seine Arme so geschwächt und geschädigt werden, daß es sie meist nicht mehr ausstrecken kann und sie in unordentlicher Lage die Öffnung der Hülle versperren. Damit ist das Tier dem Hungertode preisgegeben. Gelangt *Proales* bis an den Körper von *Stephanoceros*, dann kann es ihn selten entfernen. *Proales* nagt dann am Körper, doch scheint er keine ernsthaften Verletzungen hervorrufen zu können. Ich fand nämlich einige Tiere, die einen *Proales* in der Hülle hatten. Am nächsten Tage war dieser fort, die Tiere waren gesund, nur ihre Arme waren verstümmelt. Es scheint, als ob zuerst und vor allem die Arme durch das Eindringen des Parasiten beschädigt würden, daß dadurch die Nahrungsaufnahme nicht mehr normal vor sich geht, und daß die Tiere deswegen, verbunden vielleicht noch mit Schädigungen am Köper durch das Nagen des Parasiten, zugrunde gehen. Die Tiere macerieren sehr schnell, *Proales* bleibt noch einige Zeit in der Hülle, um sich von den Zerfallsprodukten zu nähren.

III. Regenerationsversuche.

1. Regeneration bei Stephanoceros.

a) Regeneration der Arme nach ihrer Amputation.

Die Rotatorien gelten allgemein als Gruppe, bei dessen Vertretern Zellkonstanz herrscht. Von einigen von ihnen (*Hydatina senta*, *Asplanchna priodonta*) ist Zellkonstanz für nahezu alle Organe bewiesen. Die Erfahrungen zeigten, daß zellkonstante Formen keine Regenerationsfähigkeit besitzen. Demgemäß existieren in der Literatur so gut wie keine Angaben über Regeneration bei Rotatorien. Diese eignen sich wegen ihrer Kleinheit schlecht für derartige Versuche, außerdem werden zu leicht gröbere Verletzungen bei ihnen hervorgerufen, infolge deren sie schnell zugrunde gehen.

Martini (1923) hält Regeneration trotz der herrschenden Zellkonstanz für möglich. Nachdem meine Untersuchungen abgeschlossen waren, erschien v. Ubischs (1926) Arbeit über die Reuse von *Stephanoceros* (vgl. Jurczyk, 1926). Auch er hat Regenerationsversuche gemacht und ähnliche Ergebnisse erhalten wie ich. Nur sind die Schlußfolge-

rungen, die er daraus zieht, andere. v. Ubischs und meine Versuche betrafen vor allem die Arme von *Stephanoceros*.

Wie im ersten Kapitel erläutert wurde, ist für einige Teile der Hypodermis von *Stephanoceros* Zell- bzw. Kernkonstanz bewiesen. Trotzdem eignet sich *Stephanoceros* aus folgenden Gründen ausgezeichnet zu derartigen Versuchen. Es erreicht eine Größe von nahezu 2 mm, von denen auf die Arme etwa $^1/_3$ der Gesamtgröße entfällt. Es ist viel weniger empfindlich als andere Formen, die eine Krone besitzen (z. B. *Floscularia*), und streckt sich, auch wenn es gereizt wird, sehr bald wieder aus. Ferner werden bei der Amputation der Arme keine inneren Organe in Mitleidenschaft gezogen und der eigentliche Körper gar nicht verletzt. de Beauchamp (1909), der Tiere mit verstümmelten Armen fand, vermutet, daß sie diese regenerieren können.

Ich fand im Mai 1925 ein jüngeres Tier, dessen Arme alle mehr oder weniger weit verstümmelt waren. Sie wuchsen im Laufe zweier Tage so vollständig nach, daß sich die Krone am 3. Tage von der eines normalen Tieres nicht unterschied. Da sich somit herausgestellt hatte, daß die Arme die Fähigkeit zur Neubildung besitzen, machte ich systematische Untersuchungen darüber. Ich operierte im ganzen 33 Tiere, von denen 9 so kurze Zeit nach der Operation starben, daß sie von der Beurteilung ausgeschlossen werden müssen. Von den 24 operierten Tieren regenerierten 13 vollständig, bei 9 Tieren trat nur Wundheilung auf, bei den übrigen 5 zeigte sich ein mehr oder weniger schwacher Ansatz zur Regeneration.

Bei der Operation ging ich so vor, daß die Tiere in ein flaches Uhrschälchen gebracht und ohne Cocainbetäubung, die v. Ubisch anwandte, mit einem scharfen Starmesser ein oder mehr Arme abgeschnitten wurden. Die Tiere vertrugen diese Operation überraschend gut. Sie streckten sich meist schon nach 10 bis 15 Minuten wieder aus. Dann wurde die Krone zum erstenmal gezeichnet und die Tiere dann isoliert in die Feuchtkammer gestellt. Die Veränderungen der Krone wurden täglich kontrolliert und gezeichnet. Die Zeichnungen wurden mit dem Zeichenapparat hergestellt.

Es zeigte sich bei der Beobachtung, daß die Fähigkeit, abgeschnittene Teile der Arme oder ganze Arme zu ersetzen, vom Alter des Tieres abhängig ist. Erfolgreich waren alle Versuche an Tieren, die nach der Operation noch wuchsen, während bei den Tieren, die während der Beobachtung kein Längenwachstum mehr zeigten, nur in den seltensten Fällen ein schwacher Ansatz zur Regeneration gemacht wurde. Die folgenden Angaben beziehen sich also nur auf noch im Wachstum begriffene Tiere.

Schnitt ich den Tieren nur einen Teil eines Armes ab, etwa $^1/_3$, so war der Arm am nächsten Tage so weit nachgewachsen, daß nicht mehr

zu erkennen war, welches der verletzte Arm gewesen war. Eines dieser Tiere war bei der Operation 3 Tage alt, wuchs während der Regeneration von 850 μ auf 1090 μ heran und wurde danach noch 4 Tage gehalten. Wur-

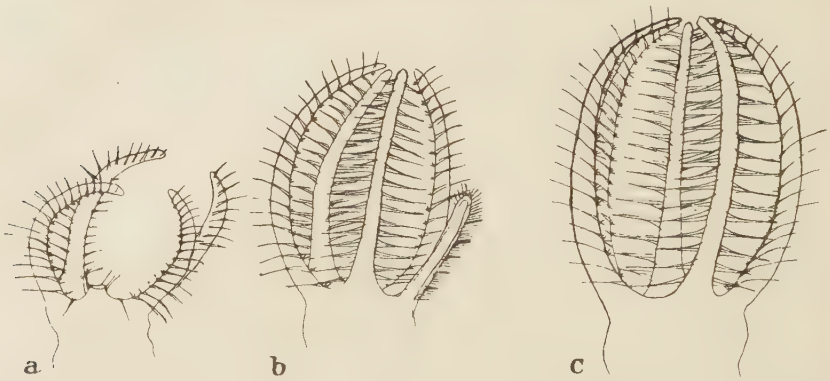

Fig. 15. Regeneration bei einem jungen Tier nach Amputation eines Armes bis zur Basis. a) Krone nach der Operation. b) 1 Tag, c) 2 Tage nach der Operation. Vergr. etwa 100 fach.

den von mehreren Armen nur kurze Stücke abgeschnitten, so ging die Regeneration ebenso rasch vor sich. Es ergaben sich dabei dieselben Bilder wie v. Ubisch (1926) sie gibt. Einem andern jungen Tier, das

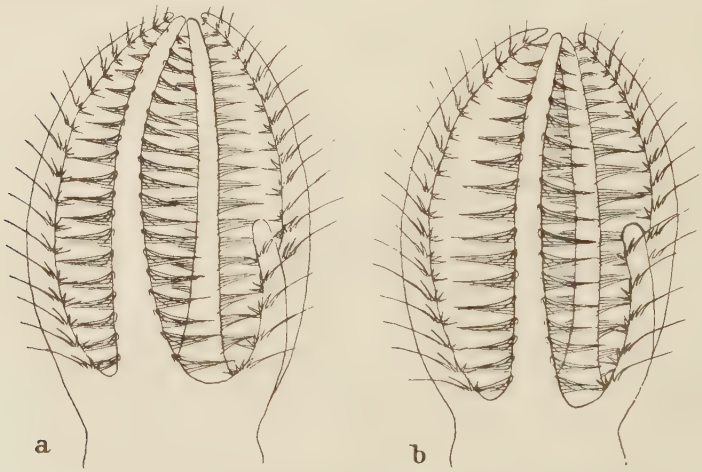

Fig. 16. Erwachsenes Tier. a) kurz nach der Operation. b) 2 Tage danach. Der Arm ist nicht nachgewachsen. Vergr. etwa 100 fach.

2 Tage alt und 700 μ lang war, wurde ein Arm bis zur Basis abgeschnitten (Fig. 15a). Am ersten Tage nach der Operation war der Arm schon halb so lang wie die andern (Fig. 15b). Am 3. Tage war er von den andern

Armen nicht mehr zu unterscheiden (Fig. 15c). Ähnliche Versuche an Tieren, die 1,5 bis 1,6 mm groß waren und nicht mehr wuchsen, hatten negatives Ergebnis. Es trat zwar Wundheilung auf, und in einigen Fällen bildete sich eine kleine Kappe mit feiner, gleichmäßiger Cilienbekleidung (Fig. 16), aber dieses in 2 Tagen neugebildete Stück ist bei weitem nicht mit dem Regenerat des jungen Tieres (Fig. 15) in derselben Zeit zu vergleichen.

Ich schnitt bei jungen Tieren auch alle fünf Arme bis fast zur Basis ab (Fig. 17). Auch dann wurden sie neu gebildet. Bei zwei von vier Ver-

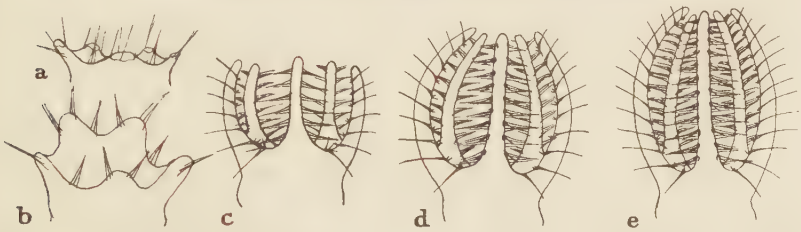

Fig. 17. Regeneration nach Amputation aller Arme bis zur Basis. a) Armstümpfe unmittelbar nach der Operation, b) 5 Stunden später, c) am 2. Tage, d) am 4. Tage; die Arme sind charakteristisch gebogen, e) am 7. Tage nach der Operation. Vergr. etwa 100fach.

suchstieren wuchsen die Arme vollständig aus, während die zwei andern nur so kurze Zeit gehalten werden konnten (2. bzw. 3 Tage), daß die Arme nur etwa die Hälfte der normalen Länge erreichten. Da die Ursache des Todes aber sicher nicht in der Operation zu suchen ist, möchte ich auch diese zwei Fälle zu den erfolgreichen zählen.

Die Abbildungen 15 und 17 zeigen, um welch große Stücke die Arme von einem zum andern Tage wachsen. Die Regeneration geht also sehr rasch vor sich.

b) Regeneration und Doppelbildung nach ihrer Verstümmelung durch Proales decipiens.

Außer den Tieren, denen ich selbst die Arme abgeschnitten habe, beobachtete ich im November 1925 noch neun Tiere, denen aller Wahrscheinlichkeit nach *Proales decipiens* die Arme verstümmelt hat. Diese Tiere regenerierten viel schlechter als die, denen die Arme amputiert worden waren, obgleich viele von ihnen nicht über 1000 μ groß waren. Meist starben sie auch bald. Wahrscheinlich werden die Tiere durch *Proales* in ihrer ganzen Lebenstätigkeit sehr geschwächt. Auch die Tiere, die ich etwas länger halten konnte, zeigten keine nennenswerte Regeneration. Die von *Proales* verstümmelten Tiere zeigten eine eigenartige Tendenz zu Miß- und Doppelbildungen. v. Ubisch beobachtete

Doppelbildung bei drei Tieren, von denen er eins mit verstümmelten Armen gefunden, die beiden andern selber operiert hatte. Ich hatte zwei Tiere, die eine Gabelung der Arme zeigten. Eins davon (Fig. 18) habe ich mit schon gegabeltem Arm gefunden. Vier Arme waren mehr oder weniger weit verstümmelt, der fünfte war an der Basis besonders breit und gabelte sich an seinem Ende in zwei ziemlich lange Arme, die gleichmäßig bewimpert waren. Dieser Arm schien sich bis zum nächsten Tage noch etwas zu strecken, blieb aber dann in den folgenden sechs Tagen bis zum Tode des Tieres unverändert. Die andern Arme zeigten keine Ansätze zur Regeneration. Das Tier maß am 1. Tage bis zum Armansatz 920 μ, hätte also, wenn man die Länge normaler Arme mit 320 μ berechnet, eine Größe von 1240 μ besessen, war also wohl noch nicht

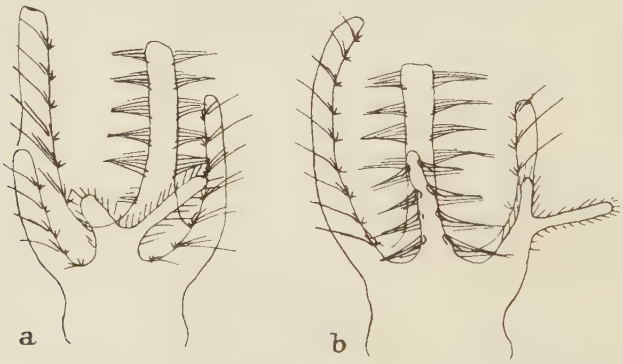

Fig. 18. Doppelbildung bei durch *Proales* verstümmelten Armen. a) Zustand der Krone beim Auffinden des Tieres. b) 2 Tage später. Vergr. etwa 100fach.

ausgewachsen. Das zweite Tier war, als ich es fand, jünger (Fig. 19), maß mit den Armstummeln 870 μ und wuchs in 8 Tagen bis auf 1050 μ heran. Die Armstummel wuchsen auch etwas aus und an zweien hatte ich die Gelegenheit, die Genese einer solchen Doppelbildung zu beobachten. Zwei von den Armstummeln waren am 2. Tage an ihrem Ende blasig aufgetrieben (Fig. 19b). Diese Blasen waren mit feinen Cilien besetzt, wie es sonst bei normalen Regeneraten der Fall ist. Am 3. Tage waren die Enden der beiden Arme so gestaltet, wie Fig. 19c es darstellt. Es machte den Eindruck, als ob die Blase an ihrem oberen Teil eingedellt worden wäre, wie etwa ein Gummiball. Die Enden der beiden so entstandenen Gabelästchen waren etwas aufgetrieben, so als ob der Inhalt der Blase dort hineingedrückt worden wäre. In den nächsten Tagen verschwand auch diese Blähung. Die Äste des vorderen Armes stellten sich nahezu horizontal, die des hinteren blieben schräg nach oben gerichtet (Fig. 19d).

Es ist natürlich nicht gesagt, ob Doppelbildungen immer auf diese Weise entstehen. Bei den Tieren, die v. Ubisch beschreibt, entstand die Gabelung schneller, von einem zum andern Tage.

Die Regeneration besteht nicht nur in einem Auswachsen der Stümpfe zur ursprünglichen Länge, es werden auch die für den *Stephanoceros*-Arm charakteristischen Cilienbüschel neu gebildet. Dabei erscheint an dem Regenerat zunächst eine Zone, die gleichmäßig mit feinen Cilien besetzt ist. v. Ubisch hat dieselben Beobachtungen gemacht und ver-

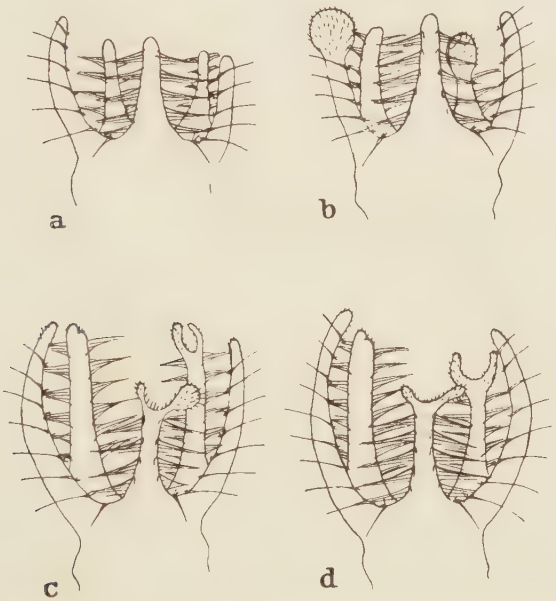

Fig. 19. Entstehung der Doppelbildung bei einem von *Proales* verstümmelten *Stephanoceros*. a) Krone unmittelbar nach dem Auffinden. b) Am 2. Tage; 2 Arme am Ende blasig aufgetrieben c) Am 3. Tage; die beiden Arme gegabelt. d) Am 6. Tage. Vergr. etwa 100 fach.

gleicht diese gleichmäßige Bewimperung mit der der jungen »Armknospen«. Er äußert die Ansicht, daß diese Art der Bewimperung allgemein an im Wachstum begriffenen Armen anzutreffen ist. Ich bin zu derselben Ansicht gekommen. Allmählich wird die typische Reihenanordnung kenntlich, doch ist sie meistens nicht so klar wie an einem unverletzten Arm. Es wird dabei, falls nur Teile des Armes abgeschnitten sind, die volle Zahl der Cilienbüschel, also 19, wiederhergestellt. Bei vollständig abgeschnittenen Armen wird diese Zahl jedoch nicht erreicht. Die betreffenden Tiere bildeten zum zweitenmal nur noch etwa zwölf Paare von Cilienreihen bei einer Armlänge

von 200 μ (Gesamtlänge des Tieres 900 μ bis 1000 μ). Die Armlänge eines normalen Tieres von ungefähr derselben Größe (1015 μ, 910 μ) beträgt 350 μ bzw. 315 μ.

c) Verhalten des Tieres während der Regeneration.

Durch die Verletzung der Arme wird der Fangapparat zerstört, und da *Stephanoceros*, wie ich im ersten Kapitel ausführte, zum Erwerb der Nahrung lediglich dadurch beitragen kann, daß es die zufällig in den Bereich des komplizierten Fangapparates gelangte Beute festhält, muß es darauf bedacht sein, diesen möglichst schnell wiederherzustellen. Nach v. Ubischs Beobachtungen geschieht dies bei vollständiger Entfernung eines Armes dadurch, daß die normale »fünfstrahlige Symmetrie durch eine so vollkommene vierstrahlige ersetzt wird, so daß das Fehlen des fünften Armes nur an dem Vorhandensein des Amputationsstumpfes bemerkbar ist«. Bei den Tieren, die ich untersuchte, geschah die Wiederherstellung des Fangapparates auf folgende Weise. Sind nur ein oder zwei Arme unbeschädigt geblieben, dann tritt eine starke Krümmung dieser gesunden Arme ein. Dadurch wird wieder ein lückenloses Gefängnis für die Beute hergestellt und so das Tier vor dem Verhungern bewahrt. Ich hatte dabei Bilder, die außerordentlich an die von Zacharias (1912/13) aufgestellte neue Art *Floscularia monoceros* erinnerten. Meines Erachtens ist *Floscularia monoceros* ein *Stephanoceros*, das vier seiner Arme eingebüßt hat.

Bei Tieren, denen alle Arme abgeschnitten sind, krümmten sich die Regenerate aus demselben Grunde in der für *Stephanoceros* charakterisierten Weise, ehe sie ihre definitive Länge erreicht haben (Fig. 17 d).

Es ist nun noch die Frage zu erörtern, auf welche Weise die Arme neu gebildet werden, ob sie etwa auf Kosten der anderen Arme regenerieren. Das ist nicht der Fall. Die unverletzten Arme behalten ihre ursprüngliche Länge und Dicke auch während der Regeneration bei. Aber es tritt, vor allem bei den Tieren, denen alle Arme abgeschnitten wurden, ein Zurückbleiben in der Körpergröße und eine Verzögerung in der Eibildung auf. In Fig. 11 sind die Kurven R_{30} und R_{24} Wachstumskurven von Tieren, denen alle Arme abgeschnitten worden sind. Die Kurven beginnen mit dem Tage der Operation. Das Tier, dessen Kurve mit R_{24} bezeichnet ist, war in 6 Tagen während der Regeneration von 600 μ nur auf 860 μ herangewachsen und begann mit der Ausbildung des ersten Eies erst am 7. Lebenstage. R_{30} wuchs in 7 Tagen von 650 μ bis 1200 μ und begann erst am 6. Tage mit der Eibildung. Hingegen ist, wie im zweiten Kapitel ausgeführt wurde, ein normales Tier am 6. Tage in der

Regel weit über 1000 μ groß und beginnt mit der Bildung des ersten Eies gewöhnlich am 4. Lebenstage.

Die Regeneration geht also auf Kosten des Gesamtwachstums und der Eibildung vor sich.

Wie ich im ersten Kapitel erwähnte, habe ich auch das Ende des Fußes abgeschnitten, um die Tiere aus der Hülle zu befreien. An dieser Stelle zeigte sich in den nächsten Tagen keine Spur von Regeneration. Der Fuß konnte weder eine neue Haftscheibe, noch das abgeschnittene Ende neu bilden. Bemerkenswert ist, daß seine Hypodermis konstante Kernzahl enthält. Bei der Verletzung werden stets einige Kerne entfernt.

2. Regenerationsversuche an andern festsitzenden Rotatorien (Melicerta, Cephalosiphon).

Es wäre interessant, zum Vergleich auch bei anderen Rotatorien mit geeignetem Räderapparat Teile desselben zu entfernen. Ich machte derartige Versuche an einigen Formen, jedoch ohne Erfolg. *Floscularia campanulata*, die sich ihrer Größe nach ganz gut dazu eignen würde, ist anderseits sehr reizbar und empfindlich. Sie bleibt, wenn sie gereizt wird, sehr lange kontrahiert und zuckt bei der leisesten Berührung des Wassers zurück.

Melicerta ringens ist etwas geeigneter, da sie nicht so empfindlich ist. Doch hat sie einen Nachteil: Die Hülle ist so undurchsichtig, daß man nicht entscheiden kann, ob das Tier noch darin sitzt, und ob es schon gestorben ist. Es ist mir einige Male gelungen, einen oder zwei Lappen des Räderapparates abzuschneiden. Ich konnte in den nächsten Tagen jedoch keinen Beginn der Neubildung wahrnehmen. Die Tiere gingen leider sehr bald ein. Auf Totalpräparaten hat es den Anschein, als ob die Kronenlappen von *Melicerta ringens* Kerne enthielten, so daß man beim Schneiden meist einige von ihnen entfernt. Das würde gegen ihre Fähigkeit, zu regenerieren, sprechen.

Als letztes Versuchsobjekt nahm ich *Cephalosiphon limnias*. Dieses Tier besitzt einen sehr langen Dorsaltaster, der oft noch etwas aus der undurchsichtigen Hülle herausragt, wenn das Tier kontrahiert ist. Ich schnitt diesen Taster bei einigen Tieren bis auf $^1/_5$ seiner ursprünglichen Länge ab. Die Tiere vertrugen es scheinbar ganz gut, denn nach $^1/_2$ bis 1 Stunde fingen sie wieder an, sich auszustrecken. Nur den Räderapparat stülpten sie lange Zeit nicht aus. Am 2. oder 3. Tage gingen sie alle ein. Der Taster war nicht nachgewachsen.

3. Beziehungen zwischen Regeneration und Zellkonstanz bei Stephanoceros.

Die Regeneration der Arme bei *Stephanoceros* bildet also innerhalb der Rotatorien einen Ausnahmefall. Daß diese Ausnahme besteht, ist aus folgenden Gründen erklärlich. Wie Montgomery (1903), de Beauchamp (1909) und v. Ubisch (1926) angeben und wie sich auch bei meinen Untersuchungen herausstellte, enthält das Plasma der Arme keine Kerne und geht von den Zellen an ihrer Basis aus. Es wird also bei der Amputation der Arme das vorhandene Kernmaterial gar nicht angegriffen. Es ist in diesem Zusammenhang folgender Fall von Bedeutung. Einem Tier wurden vier Arme bis fast zur Basis abgeschnitten. Der fünfte wurde dabei so weit entfernt, daß ein Riß abwärts bis zu den Matrixzellen herunterlief (Fig. 20).

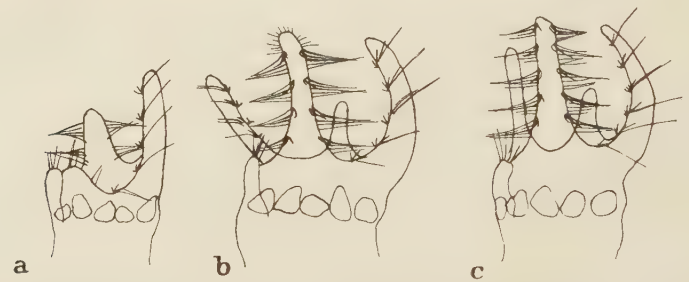

Fig. 20. Regeneration bei Verletzung der zugehörigen Matrixzelle. Vergr. etwa 100 fach.

Die vier Arme wuchsen in den nächsten Tagen etwas, vom fünften war nichts zu sehen als ein kleiner Höcker. Es folgt daraus, daß die Arme nur dann regenerieren, wenn die zugehörigen Zellen nicht in Mitleidenschaft gezogen werden. Ähnlich ist das Fehlen der Regenerationsfähigkeit des Fußes zu erklären. Auch hier werden stets Zellen bzw. Kerne entfernt.

Es ist also Regeneration bei *Stephanoceros* nur dann möglich, wenn das vorhandene Zell- bzw. Kernmaterial bei der Verletzung unverändert bleibt. Und man darf der Tatsache der Regeneration keine zu allgemeine und weitgehende Bedeutung beilegen, eben weil die Arme einen ganz besonderen morphologischen Bau besitzen. Die Zellkonstanz wird also durch die Regeneration in diesem Falle nicht durchbrochen.

Zusammenfassung.

Die Gallerthülle des erwachsenen Weibchens von *Stephanoceros* wird von den großen Hypodermiszellen im Fuß des freischwimmenden Jungen ausgeschieden. Die secernierende Tätigkeit dieser Zellen bleibt auch beim erwachsenen Tier erhalten.

Die Augen werden rückgebildet. Darüber, welches Auge die Rückbildung betrifft, herrscht kein Gesetz.

Der Verdauungstractus weicht nur in seinem vorderen Abschnitt (Mundbucht) von dem der andern festsitzenden Rotatorien ab.

Der Räderapparat ist in einen komplizierten Fangapparat umgewandelt.

Die Verdauungsdrüsen münden am Übergang von Oesophagus und Magen in den letzteren. Sie sind mit ihren vorderen Ausläufern an der Hypodermis befestigt.

Die Verdauung findet im Vormagen statt bzw. wird dort eingeleitet.

Die Excretionsorgane sind wie bei den übrigen Rädertieren Protonephridien, deren Wimperflammen vorwiegend in der Leibeshöhle des Trichters liegen.

Der Dotterstock enthält keine konstante Kernzahl. Die Eier werden im Uterus entwickelt. *Stephanoceros* ist ovovivipar.

Die Muskulatur setzt sich aus Haut-, Eingeweide- und Leibeshöhlenmuskeln zusammen. Von Eingeweidemuskeln sind bisher nur die Fibrillen des Oesophagealtubus und des Vormagens bekannt. Von Leibeshöhlenmuskeln sind vier Paar große Retractoren vorhanden.

Die Hypodermis zeigt in einigen Abschnitten Zellkonstanz, so an der Basis der Arme (13 Cingulumzellen) und im Fuß (26 Kerne). Die Zell- bzw. Kernzahl wird auf früher Entwicklungsstufe erreicht.

Die Lebensdauer des Weibchens beträgt in Gefangenschaft höchstens 13 Tage. Die Nachkommenzahl beträgt gewöhnlich 2. Die Entwicklung der Embryonen dauert 3 bis 4 Tage.

Das Wachstum betrifft Arme, Fuß und Körper gleichmäßig und fällt besonders in die ersten Lebenstage.

Das freischwimmende Junge besitzt alle Organe des erwachsenen Tieres. Das Gehirn liegt im Apicalfeld. Die Arme hängen in den Trichter. Sie werden nach der Festsetzung nach außen geklappt, sprossen also nicht hervor, wie bisher angegeben wurde.

Das freischwimmende Junge ist nicht als phylogenetischer Vorfahr der festsitzenden Form anzusehen.

Stephanoceros ist das ganze Jahr hindurch anzutreffen. Es ist monocyclisch. Die Geschlechtsperiode fällt in den Winter.

Die Arme von *Stephanoceros* besitzen die Fähigkeit der Regeneration.

Diese ist vom Alter des Tieres abhängig, und zwar so, daß noch im Wachstum begriffene Tiere regenerieren, ausgewachsene jedoch nicht.

Junge Tiere regenerierten auch, wenn ihnen alle Arme bis zur Basis abgeschnitten wurden.

Die Zahl der Cilienreihen ist nach der Regeneration dieselbe wie vorher, falls nicht alle Arme bis zur Basis amputiert wurden.

Die Regeneration geht auf Kosten des Gesamtwachstums und der Eibildung vor sich.

Der Fangapparat wird möglichst bald durch entsprechende Beugung der Arme wiederhergestellt.

Tiere, denen von *Proales decipiens* die Arme verletzt waren, regenerierten schlechter. Sie zeigten die Tendenz zur Doppelbildung.

Bei andern Formen (*Melicerta*, *Cephalosiphon*) verliefen Regenerationsversuche erfolglos.

Die Regeneration der Arme bei *Stephanoceros* trotz herrschender Zellkonstanz ist dem Umstand zu verdanken, daß sie keine Kerne enthalten und somit die Zell- bzw. Kernzahl vor und nach der Amputation die gleiche ist.

Zum Schluß sei es mir gestattet, Herrn Geheimrat Korschelt für die Anregung und sein stetes Interesse an diesen Untersuchungen, sowie Herrn Dr. v. Haffner und Herrn Dr. Mattes meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Erklärung der Tafel II.

Abb. 1. *Stephanoceros fimbriatus* ♀. Rückenansicht. Vergr. etwa 100fach.

Af, After;
Au, Auge;
Cv, kontraktile Blase;
Dt, Dorsaltaster;
Ed, Enddarm;
Em, Embryo;
Gh, Gehirn;
Hl, Gallerthülle;
Hf, Haftscheibe;
Ka, Kauapparat;
Kd, Keimdotterstock;
Kr, Krone.
Lt, Lateraltaster;
Ma, Matrixzellen des Cingulums;
Mg, Magen;
Mu, Längsmuskeln;
Oe, Oesophagealtubus;
Pr, Excretionssystem;
Ro, Retrocerebrales Organ;
S_1, 1. Sphincter;
S_2, 2. Sphincter;
Vd, Verdauungsdrüse;
Vm, Vormagen.

Abb. 2. *Stephanoceros fimbriatus*♀. Seitensicht. Vergr. etwa 100fach. Erklärung der Bezeichnungen bei Abb. 1.

Literaturverzeichnis.

Beauchamp, P. M. de, 1907: Morphologie et variations de l'appareil rotateur dans la séries des Rotifères. Arch. Zool. Expérim. et Gen. IV. sér. 6.

— 1909: Recherches sur les Rotifères. Ibid. IV. sér. 10.

Brauer, 1912: Süßwasserfauna Deutschlands. Heft 14.

Cohn, F., 1856: Die Fortpflanzung der Rädertiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VII.

— 1858: Bemerkungen über Rädertiere. Ebenda. Bd. IX.

Cori, C. J., 1925: Zur Morphologie und Biologie von Apsilus vorax. Zeitschr f. wiss. Zool. Bd. CXXV.

Cubitt, Ch., 1870: Observations in some points in the economy of Stephanoceros Eichhorni. Monthl. Microsc. Journal. III.

Dieffenbach und Sachse, 1912: Biologische Untersuchungen an Rädertieren. Intern. Revue d. ges. Hydrobiol. Biol. Supplem. III, 2.

Dixon-Nutall, 1896: On the Male of Stephanoceros Eichhorni. Journ. Roy. Micr. Society.

Eichhorn, 1775:: Beiträge zur Kenntnis kleinster Wassertiere.

Ehrenberg, 1838: Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen.

Gast, 1900: Beiträge zur Kenntnis von Apsilus vorax. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LXVII.

Goldfuss, 1820: Handbuch der Zoologie.

Gosse, 1856: On the structure, fonction and homologies of the manducatory organs in the class Rotifera. Philos. Trans. R. Soc. London. CXLVI.

— 1862: The Crown Animalcule. Popul. Science Review. I.

Hudson and Gosse, 1886: The Rotifera or Wheel Animalcules. Bd. I und II.

— 1889: dto. Supplement.

Joliet, L. 1883: Monographie des Mélicertidae. Arch. Zool. Experim. et Gén. II. sér. 1.

Jurczyk, Ch., 1926: Zur Regeneration bei Stephanoceros. Zool. Anz. Bd. LVII. H. 11/12.

Konsuloff, St., 1912: Untersuchungen über den Rotatorienparasiten Bertramia asperospora. Arch. f. Protistenkunde. Bd. XXVII.

Korschelt, E., 1922: Lebensdauer, Altern und Tod. Jena.

Lange, A., 1913/14: Unsere gegenwärtige Kenntnis von den Fortpflanzungsverhältnissen der Rädertiere. Internat. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrograph. VI.

Lauterborn, R. 1913: Rotatoria. Handwörterbuch d. Naturwissensch.

Leydig, F., 1855: Über Bau und systematische Stellung der Rädertiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VI.

Martini, E., 1912: Studien über die Konstanz histologischer Elemente. III. Ebenda. Bd. CII.

— 1923: Die Zellkonstanz und ihre Beziehungen zu andern zoologischen Vorwürfen. Zeitschr. Anat. Entw.-Gesch. Bd. LXX.

— 1925: Über das Präparieren von Rädertieren in toto. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. Bd. XII, Heft 1/2.

Montgomery, Th., 1903: On the morphology of the Rotatorian family Flosculariidae. Proceedings of the Acad. Nat. Sciences, Philadelphia.

Nachtwey, R., 1925: Untersuchungen über Keimbahn, Organogenese und Anatomie von Asplanchna priodonta. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. CXXVI.

Naumann, E., 1923: Spezielle Untersuchungen über die Ernährungsbiologie des tierischen Limnoplanktons. II. Acta Universitatis Lundensis. XIX.

Newlin-Peirce, 1875: Stephanoceros Eichhornii. Proceed. Acad. Nat. Sciences, Philadelphia.

Noyes, B., 1922: Experimental studies on the life-history of a Rotifer (Proales decipiens). Journ. Expérment. Zool. XXXV.

Plate, L., 1886: Beiträge zur Naturgeschichte der Rotatorien. Jen. Zeitschr. f. Naturwiss. XIX.

— 1891: Die Rädertiere in Zacharias: Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers.

Rosseter, T. B., 1881: Tube of Stephanoceros Eichhornii. Science Gossip.

— 1896: Observations of the life-history of Stephanoceros Eichhornii. Journ. Roy. Microsc. Society.

Spemann, F. W., 1924: Über Lebensdauer, Altern und andere Fragen der Rotatorien-Biologie. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. CXXIII.

Ubisch, L. v., 1926: Beobachtungen über Bau, Funktion, Entwicklung und Regeneration der Reuse des Weibchens von Stephanoceros Eichhorni. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. CXXVII.

Vallentin, R., 1890: Some remarks on the anatomy of Stephanoceros Eichhornii. Ann. a. Mag. nat. Hist. (6). V.

Weber, F. W., 1898: Faune Rotaturienne du Bassin du Léman. Rev. Suisse Zool et Annales d. Musée de l'hist. nat. de Genève.

Wesenberg-Lund, 1923: Contributions to the Biology of the Rotifera. I. The Males of the Rotifera. Mémoires de l'Acad. roy. des Sciences et des Lettres de Danmark.

Western, G., 1893: Notes on rotifers with descriptions of four new species and of the Male of Stephanoceros Eichhorni. Journ. Quekett Micr. Club. ser. 2. vol. V.

Zacharias, O., 1912/13: Ein neues Rädertier — Floscularia monoceros. Arch. f. Hydrobiol. und Planktonkunde. Bd. VIII.

Zelinka, 1892: Studien über Rädertiere. III. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LII.

Lebenslauf.

Ich, Charlotte Helene Leonore Jurczyk, bin als Tochter des Rektors Otto Jurczyk und seiner Frau Helene, geb. Matzelt, am 29. September 1901 in Königshütte, O.-S. geboren. Ich besitze die preußische Staatsangehörigkeit. Nachdem ich die Volksschule, das Lyzeum und Oberlyzeum besucht hatte, bestand ich Ostern 1922 das Lehrerinnenexamen in Kolberg. Von Ostern 1922 bis Herbst 1923 studierte ich in Marburg, im Winter 1923/24 in Berlin und die zwei folgenden Semester in Greifswald Biologie, Physik und Mathematik. Im Herbst 1924 bestand ich in Stettin die Ergänzungsprüfung an der Bismarck-Oberrealschule. Im Frühjahr 1925 kehrte ich nach Marburg zurück, um bei Herrn Geheimrat Korschelt eine Doktorarbeit zu übernehmen. Am 21. Juli 1926 bestand ich die mündliche Doktorprüfung. Seitdem halte ich mich in Marburg auf.

Meine Lehrer waren die Herren: Buchner, Buder, Claussen, Just, Korschelt, Krüger, Mauz, Radon, Reinkober.

Ihnen allen bin ich zu aufrichtigem Danke verpflichtet.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig

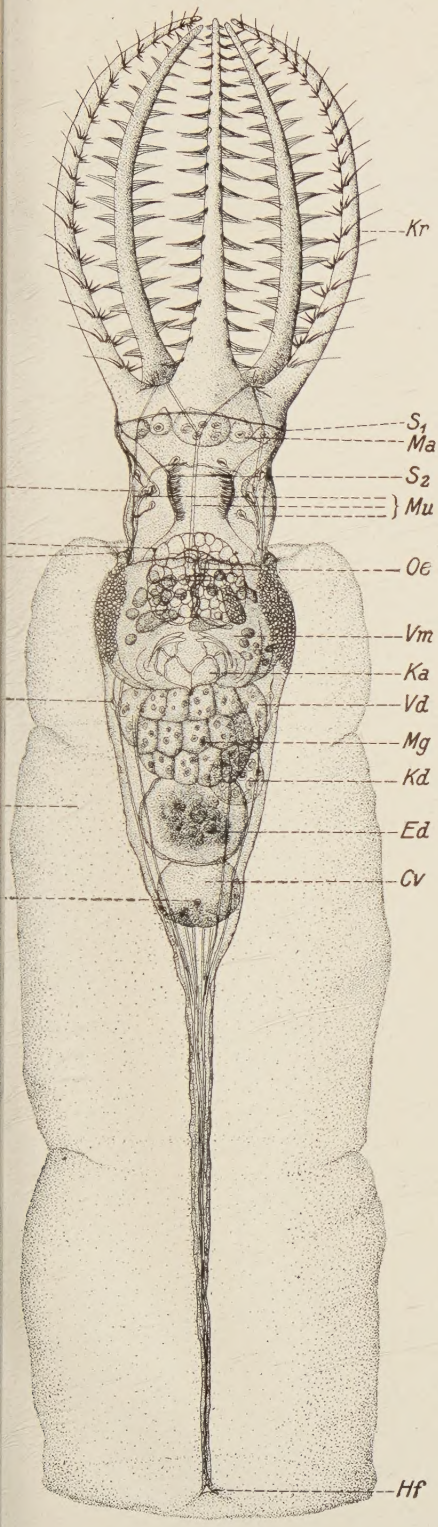
Kr
S1
Ma
S2
Mu
Oe
Vm
Ka
Vd
Mg
Kd
Ed
Cv
Hf

Abb. 1

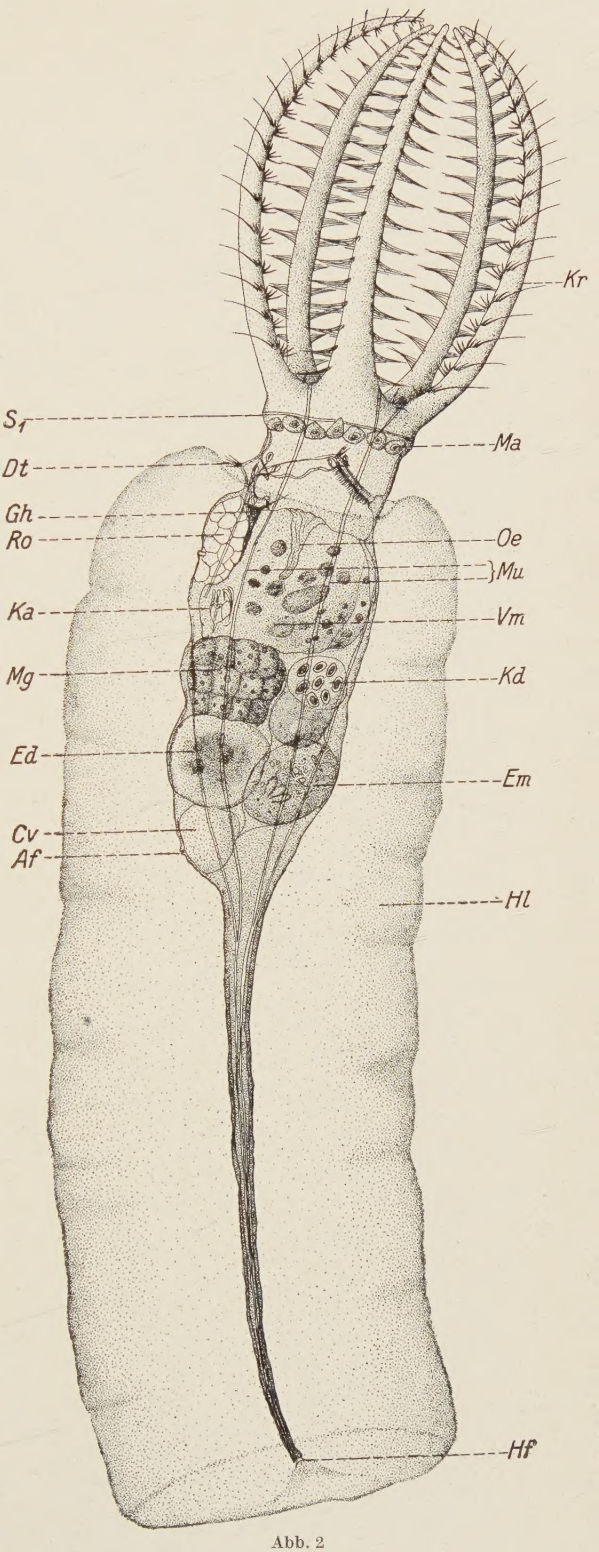
Kr
S1
Ma
Dt
Gh
Ro
Oe
Mu
Ka
Vm
Mg
Kd
Ed
Em
Cv
Af
Hl
Hf

Abb. 2